NR IND 372161

praktyczny Elektronik

WWW.PE.COM.PL

nr 3'2000 (92) CENA 4,40 PLN ISSN 1232-2628

Niechaj moc 2×120 W będzie z tobą

Zegar szachowy

Inteligentny budynek – moduł wykonawczy

Subwoofer aktywny – kino domowe

Samochodowy automat świetlny

Teraz płyta CD-PE1 taniej





Multimetry cyfrowe ESCORT 97, 95T i 95

Podwójny wyświetlacz LCD 4 i 3/4cyfry, baragraf, podświetlenie. Maksymalne wskazanie 40000 lub 4000, 99999 przy pomiarze częstotliwości ■ Jednoczesny pomiar dwóch parametrów sygnału ■ Pomiar rzeczywistej wartości skutecznej sygnałów przemiennych na tle składowej stałej (AC + DC True RMS) w paśmie 45 Hz...20 kHz (funkcja dostępna tylko w modelach Escort 95T i 97) ■ Duża rozdzielczość 1 μV (AC/DCV) i dokładność 0,06% ■ Ponadto pomiar: ● rezystancji: 0,1 Ω...40 MΩ ● pojemności: 1 pF...10 mF ● częstotliwości: 0,001 Hz...10 MHz (*) ● współczynnika wypełnienia impulsów: 0,1...99,9% ● szerokości impulsów: 0,1 ms...2 s (*) ● konduktancji do 40 nS/100 GΩ (*) ● temperatury: -40...+1372°C (*) ● dBm przy 20 standardowych wartościach impedancji 4 Ω...1200 Ω (*) ● współczynnika szczytu (*) ■ Wbudowany generator impulsów prostokątnych z wyborem częstotliwości i regulacją współczynnika wypełnienia impulsów ■ Rejestracja wartości minimalnej , maksymalnej i średniej z serii pomiarów oraz momentu ich wystąpienia, timer. Pomiar względny ■ Interfejs RS-232C z optozłączem (przewód, oprogamowanie – wyposażenie dodatkowe) ■ Sonda temperaturowa typu K (wyposażenie dodatkowe)

(*) funkcje dostępne tylko w modelu 97

cena: 890 zł (97), 630 zł (95T), 590 zł (95)



Oscyloskop analogowy ESCORT EAS-200S

■ Dwa kanały, pasmo 0–20 MHz
■ Czułość: 1mV–5 V/dz
■ Podstawa czasu: 20 ns–0,5 s/dz
■ Tryby: CH1, CH2, ALT, CHOP, CH1+CH2. Hold Off, X–Y, CH1 Invert
■ Wyzwalanie: auto, norm, TV–H, TV–V
■ Maksymalne napięcie 400 V (sondy oscyloskowe w komplecie)

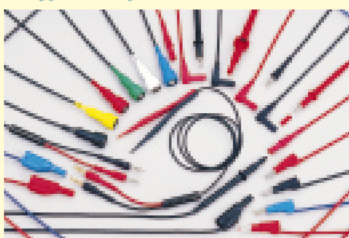
cena promocyjna: 1650 zł

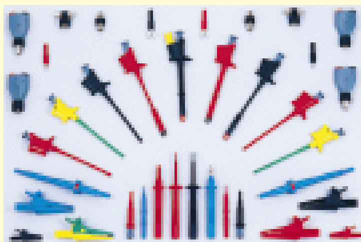
Wszystkie ceny bez podatku VAT

AKCESORIA POMIAROWE

Szeroka gama kolorów, wykonania na różne prądy i napięcia, atrakcyjne ceny.

■ Przewody w izolacji silikonowej o długościach: 0,5; 1; 1,5; 2; m, zakończone wtykami banankowymi (prostymi, kątowymi, z osłonką) lub z sondą igłową ■ Przewody BNC–BNC, BNC-bananki, długość 1 m, 2 m ■ Chwytaki giętkie krokodylkowe, pazurkowe, haczykowe ■ Krokodylki pomiarowe o różnych rozmiarach, sody igłowe ■ Zestaw akcesoriów





pomiarowych do układów SMD; do oscyloskopów; BNC (trójniki, rozgałęziacze, łączówki) ■ Sondy pomiarowe do układów SMD ■ Oscyloskopowe sondy wysokonapięciowe (30 VDC /20kVAC) ■ Końcówki widełkowe, wtyki banankowe do samodzielnego montażu ■ Wieszaki i stojaki na przewody i akcesoria pomiarowe



Testery akumulatorów HIOKI 3550/3551/3555

■ Określają na podstawie zadanych kryteriów stan akumulatora bez konieczności wyłączania zasilanego z niego urządzenia
■ Mierzą metodą 4-przewodową rezystancje wewnętrzną akumulatora w zakresach: 3 mΩ/30 mΩ/300 mΩ (model 3551); 30 mΩ /300 mΩ/3 Ω (model 3550); 300 mΩ/3 Ω/30 Ω (model 3555) z dokłanością ±0,8%
■ Mierzą napięcie do 30 V z dokładnością ±0,1% oraz temperaturę w zakresie –10°C do +60°C z dokładnością ±0,5% (3550, 3551)
■ Pamiętają 250 zestawów wyników (500 wielkości) i zakresy porównania
● Model 3551 – sprawdza akumulatory o dużej pojemności np. ołowiowe
● Model 3550 – sprawdza akumulatory o średnich pojemnościach np. żelowe bezobsługowe stosowane w UPS-ach
● Model 3555 – sprawdza akumulatorki i ich pakiety o małych pojemnościach np. stosowane w telefonach, laptopach, kamerach wideo
■ Współpracują poprzez interfejs Cetronics z termiczną drukarką cyfrową 9203 drukującą wyniki pomiarów, statystykę, histogramy oraz wykresy
■ Duży wyświetlacz LCD, małe wymiary, masa i zasilanie bateryjne czynią urządzenia przydatnymi również do pracy w terenie

cena: ☎

LABIMED® Sp. z o.o.

02-930 Warszawa,
ul. J. Sobieskiego 22
tel./fax (0-22) 642-16-23,
tel. 642-19-73, 0-603 780 398

MULTIMETRY SAFTEC *z zatwierdzeniem typu GUM*



SAF 310S

Prosty i tani, duży wyświetlacz LCD 3 i 1/2 cyfry, AC/DCV, DCA, R, test diody, ciągłość obwodu, zabepieczenia, osłona gumowa

Cena: 89 zł



SAF 320F

Automatyczna zmiana zakresów, bargraf, AC/DCV, dokładność podstawowa ±0,5%, AC/DCA, R, f, hFE, pomiar temperatury - sonda w komplecie, Data Hold

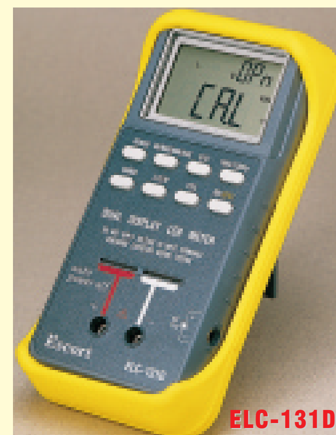
Cena: 155 zł



SAF 350E

Podwójny wyświetlacz z bargrafem, AC/DCV, dokładność podstawowa ±0,5%, AC/DA, R, C, f, T, stany logiczne, 8 pamięci, komparator, RS-232C + oprog.

Cena: 278 zł



Mierniki RLC ESCORT

■ Podwójny wyświetalcz 4 cyfry + 3 cyfry z podświetleniem
■ Pomiar 2 lub 4 przewodowy (tylko ELC–3131D)
■ Rezystancja 1 mΩ...10 MΩ
■ Pojemność 0,1 pF...10 mF
■ Indukcyjność 1 μH...10000 H
■ Dobroć, tangens kąta stratności
■ Pomiar względny, tolerancja, wartość maksymalna, minimalna,
■ Automatyczna kalibracja
■ Dokładność podst. 0,3% (ELC–3131D), 0,7% (ELC–131D – przenośny)

**cena: 1680 zł (ELC-3131D)
690 zł (ELC-131D**

Szał Internetowych ciał odsłona druga

Niedawno pisałem o Internecie i giełdowych spółkach odważnie wchodzących na fale pełne serfujących fanów tego medium. Oczywiście „wejście” wielkich firm ma na celu wyciągnięcie jak największej kasy z kieszeni Internautów oraz milionów ludzi, którzy gnani owczym pędem kupują akcje. Zauważyłem, że chęć kupowania akcji jest odwrotnie proporcjonalna do wiedzy o tym czym jest Internet. Krótko mówiąc laicy kupują chętnie, a „znawcy” też kupują tylko, że mniej chętnie. I tak naprawdę zarabianie na Internecie kończy się w tym miejscu. Wszystkie spółki (no może prawie wszystkie) swoją wartość powiększają tylko dzięki emisji akcji. Natomiast sama ich działalność przynosi notoryczne straty. Niedawno usłyszałem, że kilu z nich grozi nawet bankructwo i to w ciągu jednego miesiąca. Czyżby były to kolosy na glinianych nogach?

Cóż ludzie są tacy, że jak już raz dostaną coś za darmo to później nie zamierzają za ten sam towar płacić, bo i po co. Podobnie jest z Internetem, który powstał jako twór z założenia bezpłatny z którego można czerpać do woli nie płacąc ani centa ani też grosza. Dla ścisłości samo czerpanie nic nie kosztuje, płaci się natomiast za czynność czerpania, czyli łączność. Zatem wszelkie próby wykorzystania Internetu do zarabiania z góry skazane są na niepowodzenie. Co bystrzejsi spostrzegli to wyemitowali akcje i zarobili gigantyczne pieniądze, ale nie na Internecie, lecz obok niego.

O sile przekonania, że wszystko co w Internecie jest darmowe może świadczyć fakt, że ostatnio niemalże co miesiąc dostaję listy od różnych Internautów pytających się czy mogą zamieścić na swoich stronach www artykuły, płytki drukowane, schematy publikowane w Praktycznym Elektroniku. Oczywiście odmawiam zgody na takie praktyki. Mało kto jest w stanie zrozumieć, że przygotowanie materiałów, projektów, artykułów kosztuje, wymaga mnóstwa pracy i wysiłku, oraz tego że autorzy, pracownicy i wydawca zarabiają w ten sposób na chleb powszedni.

Redaktor Naczelny
Dariusz Cichoński



Spis treści

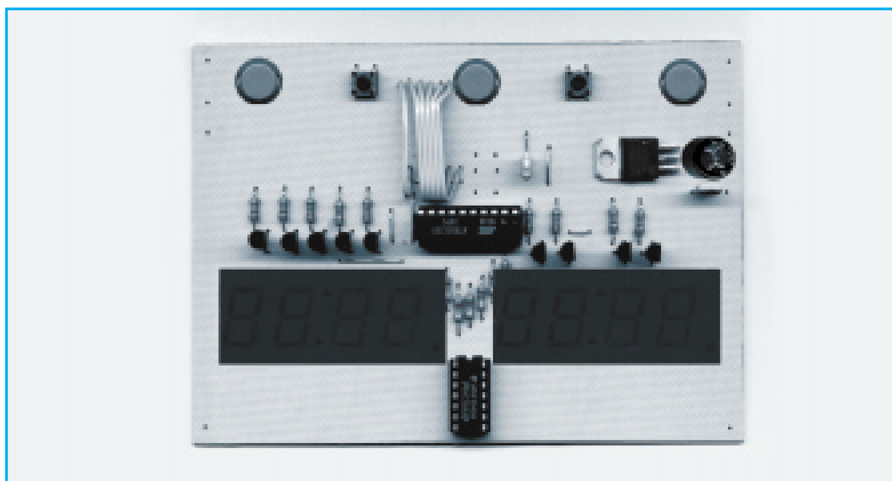
Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Orientacyjny czas oczekiwania wynosi 3 tygodnie. Zamówienia na płytki drukowane, układy programowane i zestawy prosimy przesyłać na kartach pocztowych, na kartach zamówień zamieszczanych w PE, faksem lub pocztą elektroniczną. Koszt wysyłki wynosi 8 zł bez względu na kwotę pobrania. W sprzedaży wysyłkowej dostępne są archiwalne numery "Praktycznego Elektronika", wykaz numerów na stronie 20. Kserokopie artykułów i całych numerów, których nakład został wyczerpany wysyłamy w cenie 2,50 zł za pierwszą stronę, za każdą następną 0,50 zł + koszty wysyłki.

Adres Redakcji:
„Praktyczny Elektronik”
ul. Jaskółcza 2/5
65-001 Zielona Góra
tel/fax.: (0-68) 324-71-03 w godzinach 8⁰⁰-10⁰⁰
e-mail: *redakcja@pe.com.pl*; *http://www.pe.com.pl*
Redaktor Naczelny:
mgr inż. Dariusz Cichoński
Z-ca Redaktora Naczelnego:
mgr inż. Tomasz Kwiatkowski
Redaktor Techniczny:
Paweł Witek

Zdjęcie na okładce: Ireneusz Konieczny
Druk: Zakłady Graficzne „ATEXT” Gdańsk

Zegar szachowy

Gra w szachy jest jedną z najstarszych, najciekawszych i najpiękniejszych gier towarzyskich. W przeciwieństwie do wielu innych gier, aby wygrać w szachy nie wystarczy po prostu mieć szczęście. Trzeba wykazać się umiejętnością logicznego myślenia i przewidywania ruchów przeciwnika. Ilość różnych możliwych do przeprowadzenia partii szachowych jest tak ogromna, że nawet najszybsze obecnie, przeznaczone tylko do tego celu komputery szachowe nie są w stanie zwycięsko wyjść z pojedynku z człowiekiem – mistrzem szachowym. Nad konstrukcjami takich komputerów pracują liczne grupy specjalistów. My natomiast proponujemy skonstruowanie nieco prostszego urządzenia mogącego uatrakcyjnić pojedynki szachowe oraz inne gry towarzyskie – zegara szachowego.



Jak działa i do czego służy zegar szachowy

Zegar, jak zapewne wszystkim wiadomo, służy do odmierzania czasu. Wszyscy szachiści wiedzą też o tym, że rozgrywając chociaż jedną partię szachów może upłynąć nawet kilka godzin. W grze towarzyskiej przeprowadzanej dla przyjemności i własnej satysfakcji ilość upływającego czasu nie ma większego znaczenia. Często bywa tak, że im dłużej gramy, tym większą mamy satysfakcję ze zwycięstwa nad dobrym przeciwnikiem lub z przegranej po długo stawianej, honorowej obronie.

Nie zawsze jednak możemy sobie pozwolić na długotrwałe rozważania nad kolejnym, najbardziej optymalnym ruchem. Na przykład na organizowanych zawodach szachowych, ze względu na dużą liczbę uczestników trzeba ograniczać czasy trwania poszczególnych partii, np. do 30 minut – po 15 minut dla każdego. Wygrywa ten, kto zdąży w tym czasie dać mata przeciwnikowi lub przegrywa ten, komu skończy się czas. Z powyższego wynika, że każdy z graczy powinien mieć swój własny zegar i tak w istocie jest. W zegarze szachowym znajdują się tak naprawdę dwa identyczne zegary, z których naraz pracować może tylko jeden.

Na rysunku 1 przedstawiono ogólny wygląd zewnętrzny zegara szachowego. Podstawowymi jego elementami są dwa wyświetlacze (lub dwie tarcze zegarowe w przypadku zegarów wskazówkowych) oraz dwa przyciski G1 i G2. Przyciski te decydują o uaktywnieniu zegara 1 lub zegara 2. Przycisk G1 i zegar 1 są przyporządkowane graczowi pierwszemu, a przycisk G2 i zegar 2 graczowi drugiemu. Załóżmy, że po ustawieniu na obu wyświetlaczach określonego czasu, grę rozpoczyna gracz 1. Wykonuje on ruch pionem i naciska przycisk G1. Po jego naciśnięciu zegar 2 zaczyna odliczać czas. Odliczanie odbywa się w dół, tzn. następuje zmniejszanie wartości z wyświetlacza 2, co 1 sekundę. W tym czasie gracz 2, którego zegar chodzi, zastanawia się nad swoim posunięciem. Gdy już się zdecyduje, wykonuje manewr na szachownicy i naciska przycisk G2. Spowoduje to zatrzymanie zegara 2 i uaktywnienie zegara 1. Teraz gracz 1 zastanawia się nad swoim kolejnym posunięciem. Czas, przez który będzie rozmyślał zanim wykona swój ruch, jest odmierzany przez zegar 1. I tak dalej partia toczyć się będzie, aż któremuś z graczy czasu nie ubędzie. Chyba, że wcześniej mat będzie. Gdy któryś z zegarów osiągnie wartość „0:00", oznacza to koniec gry i przegraną tego gracza, który wytracił cały swój czas na myślenie nie będąc w stanie zamatować przeciwnika.

W zegarze szachowym może znajdować się też przycisk Z, którego wciśnięcie spowoduje zatrzymanie odliczania czasu obu zegarów. Można go wcisnąć po osiągnięciu zera przez jeden z zegarów, aby zatrzymać drugi i móc swobodnie zanotować przewagę czasową w wygranej partii. Do bardzo popularnych należą, tzw. pięciominutówki, czyli partie rozgrywane na czas, po 5 minut dla każdego z graczy. Seria kilku takich rozgrywek pod rząd, pozwala zorientować się w sile i zdolnościach przeciwnika oraz naszych.

Budowa i zasada działania układu elektronicznego zegara szachowego

Schemat układu zegara przedstawiono na rysunku 2. Jak widać jest on bardzo prosty w konstrukcji, oprócz wyświetlaczy



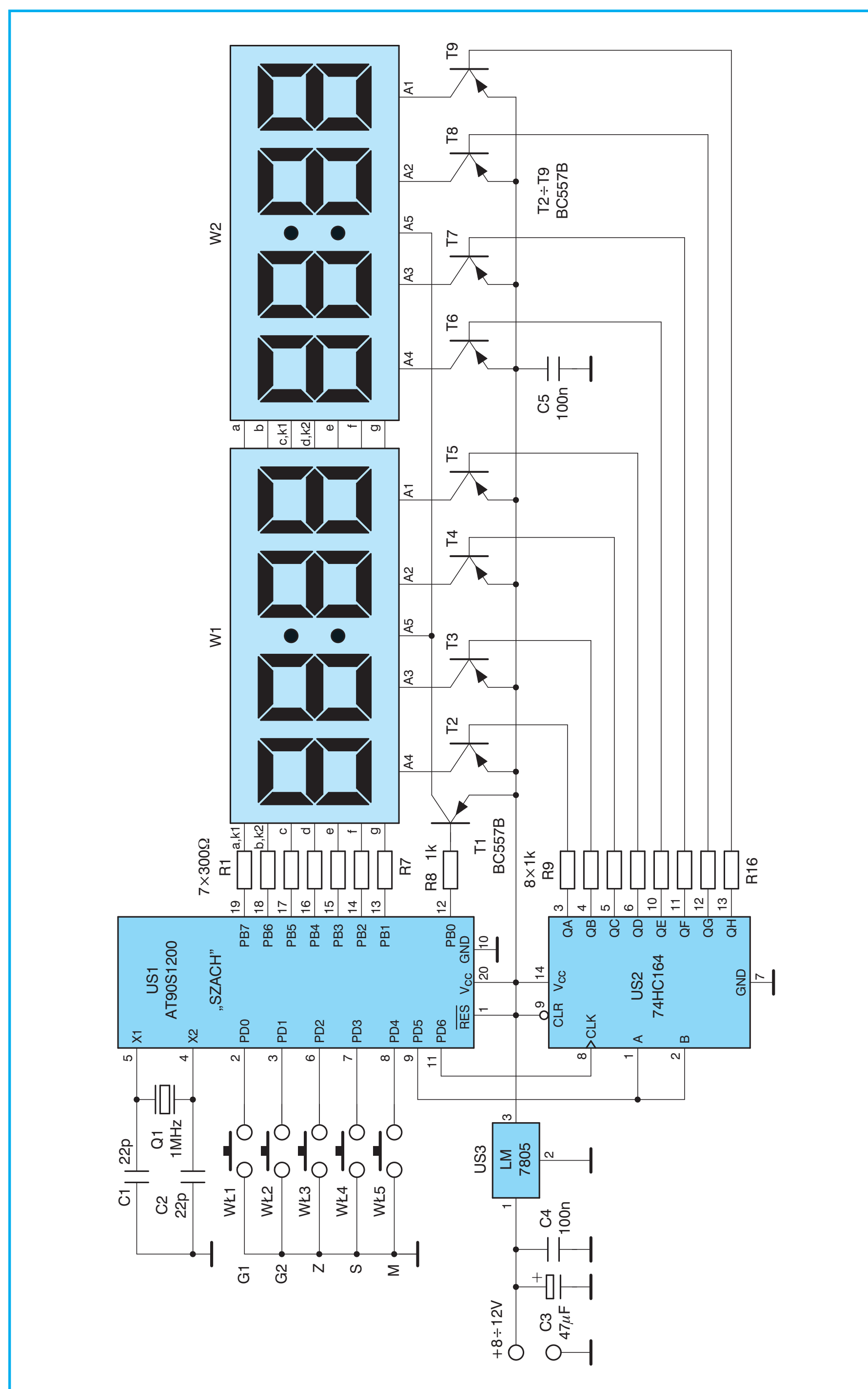
Rys. 1 Wygląd zewnętrzny zegara szachowego

zawiera tylko dwa układy scalone i parę elementów dyskretnych. Układ US1, to mikrokontroler z pamięcią FLASH, w której zapisany jest program obsługi zegara. Układ US2, to 8-bitowy rejestr przesuwający z wejściem szeregowym. Przyciski G1, G2, Z, S, M połączone z wejściami PD0÷PD4 mikrokontrolera służą do sterowania pracą zegara. Zastosowane wyświetlacze ze wspólną anodą są sterowane multipleksowo. Sygnały sterujące segmentami pojawiają się na wyjściach PB1÷PB7 mikrokontrolera. Sygnały sterujące wyborem cyfry wpisywane są do rejestru przesuwającego US2 i za pośrednictwem wzmacniaczy tranzystorowych T1÷T8 podawane na anody poszczególnych wyświetlaczy.

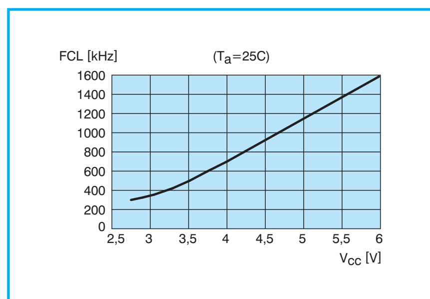
Wpis do rejestru polega na ustawieniu przez mikrokontroler odpowiedniego stanu logicznego na wyjściu PD5 i wygenerowaniu krótkiego, dodatniego impulsu na wyjściu PD6 mikrokontrolera. Wyjścia te połączone są z odpowiednimi wejściami sterującymi rejestru US2. Wpisany za pomocą powyższej sekwencji sygnałów logicznych bit pojawia się na wyjściu QA US2. Wcześniejszy stan z wyjścia QA zostaje przepisany na wyjście QB, stan z QB na QC, itd. Stan z wyjścia QH US2 zostaje utracony. W danej chwili tylko na jednym z wyjść US2 może panować stan niski powodujący załączenie tranzystora i wysterowanie wyświetlacza. Na pozostałych 7 wyjściach US2 panują wtedy jedynki logiczne – tranzystory są zatkane i odcinają wyświetlacze od zasilania. Tranzystor T9 steruje wyborem kropek oddzielających cyfry minut od cyfr sekund na wyświetlaczach. Gdy jest on wysterowany (stan niski na wyjściu PB0 US1), to na wszystkich wyjściach rejestru US2 panuje wysoki poziom logiczny. Poszczególne kropki są zapalane lub wygaszane sygnałami sterującymi segmentami a, b, c, d. Rezystory R1÷R7 ograniczają prąd płynący przez poszczególne segmenty wyświetlacza, a rezystory R8÷R16 prąd baz tranzystorów. Całkowity pobór prądu przez układ nie przekracza 100 mA.

Rezonator kwarcowy 1 MHz wraz z kondensatorami C1 i C2 zapewnia dokładne odmierzanie czasu. Warto jednak zauważyć, że zastosowany mikrokontroler AVR posiada wbudowany wewnętrzny oscylator RC. Można zatem nie stosować zewnętrznego rezonatora kwarcowego, co jeszcze bardziej uprości układ i zmniejszy koszt zegara (kwarce 1 MHz są stosunkowo drogie). Należy się jednak liczyć z pogorszeniem dokładności odmierzanego czasu. Drgania oscylatora RC nie są tak stabilne jak oscylatora kwarcowego, a częstotliwość jego pracy zależy w dużym stopniu od wartości napięcia zasilającego mikrokontroler. Rysunek 3 przedstawia zależność częstotliwości drgań oscylatora RC od napięcia zasilania. Widać, że oscylator pracuje z częstotliwością 1 MHz, przy napięciu ok. 4,7 V. Podając takie napięcie zasilania mikrokontrolera, zapewniamy prawidłowe odmierzanie czasu.

Niestabilnością pracy oscylatora RC nie należy się w naszym układzie przejmować, gdyż maksymalny możliwy do ustawienia i odmierzenia czas na każdym z wyświetlaczy wynosi 100 minut (99:99). Jest to zbyt krótki czas, aby były zauważalne jakieś większe, nawet sekundowe niedokładności. Napięcie 4,7 V można uzyskać przez szeregowe wmontowanie diody o napięciu przewodzenia ok. 0,3 V, np. diody Schotky'ego bezpośrednio za wyjściem stabilizatora 5 V typu LM 7805. Decydując się lub nie na zastosowanie rezo-



Rys. 2 Schemat ideowy zegara szachowego



Rys. 3 Wykres zależności częstotliwości drgań oscylatora RC od napięcia zasilania mikrokontrolera AVR

natora kwarcowego musimy pamiętać też o właściwym zaprogramowaniu bitu RCEN w mikrokontrolerze AVR. Gdy bit ten jest ustawiony na „1", to mikrokontroler wymaga dołączenia zewnętrznego oscylatora. Gdy natomiast ma wartość „0", to pracuje wewnętrzny generator RC. W celu poznania sposobu programowania bitu RCEN oraz innych właściwości układu AT 90S1200 zachęcam do lektury dokumentacji firmowej ATMEL-a.

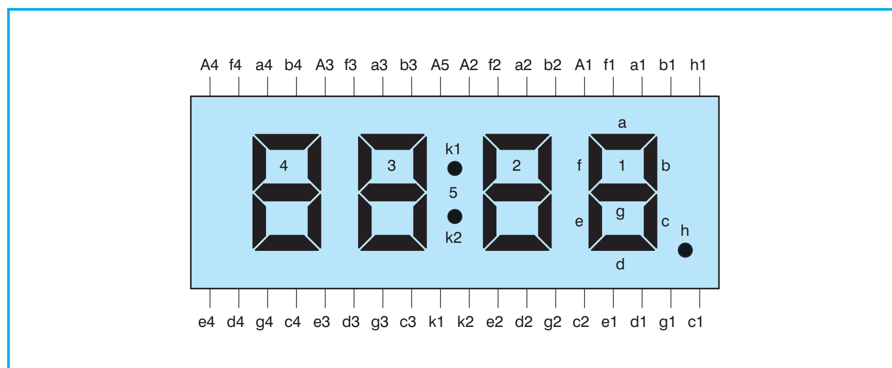
Montaż

Układ zegara montujemy na płytce przedstawionej na rysunku 5. Montujemy kolejno wszystkie elementy dyskretne, układy scalone (koniecznie podstawkę pod mikrokontroler) i wyświetlacze. Do budowy prototypowego egzemplarza zegara szachowego zastosowano dwa, tzw. wyświetlacze zegarkowe. Są to 4 pojedyncze, 7-segmentowe wyświetlacze LED umieszczone we wspólnej obudowie. Są one stosunkowo tanie i łatwo dostępne w sklepach z częściami elektronicznymi. Na rysunku 4 przedstawiono rozkład wyprowadzeń tego typu wyświetlaczy.

Jak widać wszystkie segmenty poszczególnych cyfr są wyprowadzone oddzielnie. Ze względu na multipleksowe sterowanie wyświetlaczy odpowiadające sobie segmenty zostały połączone ze sobą, tzn. połączono razem wyprowadzenia a1, a2, a3, a4 i b1, b2, b3, b4 i ... g1, g2, g3, g4. Wyprowadzenia k1 i k2 zostały połączone z wyprowadzeniami odpowiednio a i b dla wyświetlacza W1 oraz c i d dla wyświetlacza W2. Połączenia kropek są co prawda zrealizowane oddzielnie, jednak nigdy w działaniu zegara nie następuje zapalenie tylko jednej kropki. Zawsze zaświecone są obie lub też obie są wygaszone. Jeśli komuś nie podoba się wyświetlanie czasu bez chociażby jednej kropki rozdzielającej minuty od sekund, może jedną z nich zaświecić na stałe łącząc do masy wyprowadzenie k1 lub k2 przez rezystor o wartości takiej samej jak wartości rezystorów R1÷R7. W tym przypadku tylko druga kropka będzie sygnalizowała aktywność zegara. Segment h1 nie jest wykorzystany w żadnym z wyświetlaczy i nie musi być połączony.

Do sterowania zegarem przeznaczonych jest 5 przycisków. Przyciski G1 i G2 będą naciskane bardzo często, wiele razy podczas każdej partii szachów, dlatego powinny być bardzo dobrej jakości i wytrzymałości. Znakomicie nadają się do tego celu przyciski kontraktonowe, które są bardzo wytrzymałe na wielokrotne naciśnięcia. Ich działanie sprowadza się do przesuwania małego magnesu stałego umieszczonego w przycisku, w pobliże kontraktonu umieszczonego pod magnesem. Blaszki kontraktonu pod wpływem pola magnetycznego zwierają się powodując zadziałanie – zwarcie styków. Po jego puszczeniu magnes oddala się od blaszek powodując ich rozwarcie. Duża wytrzymałość na wciśnięcia jest tu zapewniona dzięki minimalnym odkształceniom styków podczas ich zwierania oraz stałej sile zwierania, niezależnej od siły nacisku na klawisz.

Na pozostałe przyciski, szczególnie Z, również można zastosować kontraktony lub inne, np. mikrwłączniki.



Rys. 4 Rozkład wyprowadzeń wyświetlacza zegarkowego

Uruchomienie

Po dokładnym zmontowaniu wszystkich elementów na płytce drukowanej, należy przed umieszczeniem mikrokontrolera w podstawce sprawdzić woltomierzem wartość napięcia zasilania. Powinna ona zawierać się w granicach +4,5÷5,5 V, gdy zastosowany jest rezonator kwarcowy, bądź +4,7÷4,8 V w przeciwnym przypadku (aktywny wewnętrzny oscylator RC w mikrokontrolerze). Po sprawdzeniu napięcia zasilania można przystąpić do uruchomienia układu zegara.

Po umieszczeniu mikrokontrolera w podstawce włączamy napięcie zasilania. Na obu wyświetlaczach powinna pojawić się wartość 0 minut i 00 sekund, jeśli w pamięci EEOROM mikrokontrolera nie była wcześniej zapisana inna wartość czasu. Kropki rozdzielające cyfry minut od cyfr sekund, jeśli są sterowane sygnałami z segmentów a, b, c, d, powinny być wygaszone na obu wyświetlaczach. Oznacza to, że każdy z nich wyświetla stałą wartość – nie następuje odmierzanie czasu. Układ zegara czeka na naszą reakcję.

Obsługa

Po podłączeniu zegara do zasilania możemy od razu rozpocząć grę, jeśli wcześniej w pamięci zegara był zapisany czas różny od 0. Jeśli pamięć jest wyzerowana, jak np. po pierwszym uruchomieniu, należy najpierw ustawić interesujący nas czas gry. Poniżej dokładnie opisano sposób ustawiania czasu, jego odczyt z pamięci oraz zachowanie się zegara podczas gry.

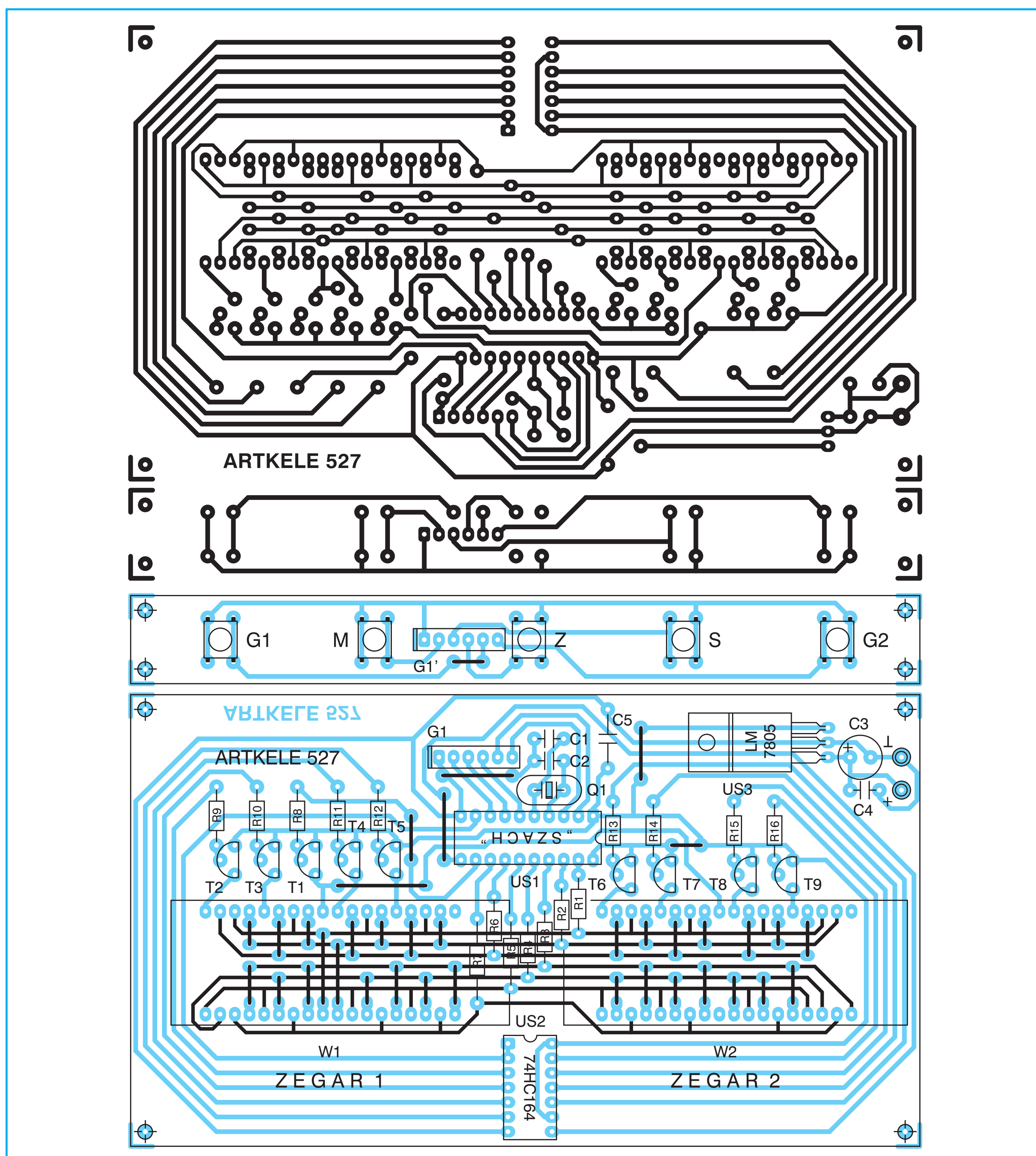
1. Ustawianie i odczyt czasu gry

Do ustawiania czasu służy przycisk S (SET). Jego wciśnięcie, podczas gdy zegar jest zatrzymany, umożliwi ustawienie nowej wartości czasu. Osobno ustawiana jest wartość minut i osobno wartość sekund. Po pierwszym naciśnięciu przycisku S nastąpi przepisanie aktualnej wartości czasu (zarówno minut jak i sekund) z wyświetlacza W1 na W2 oraz zaczną migać cyfry minut na obu wyświetlaczach. Teraz naciskając klawisze G1 lub G2 możemy odpowiednio zmniejszać lub zwiększać migające wartości minut (razem na W1 i W2). Zakres zmian wartości wynosi 0 do 99 minut. Dodatkowo naciskając klawisz Z możemy wyzerować minuty. Po usta-

wieniu interesującej nas wartości minut przechodzimy do ustawiania wartości sekund. W tym celu po raz drugi naciskamy przycisk S. Spowoduje to zaprzestanie migania cyfr minut, zaczną natomiast migać cyfry sekund na obu wyświetlaczach.

Podobnie jak poprzednio, wartość sekund ustawiamy za pomocą przycisków G1, G2 lub Z. Zakres zmian wartości sekund wynosi 0 do 59. Ustawiając czas gry, najczęściej decydujemy się na czas pełno-minutowy (z wyzerowanymi sekundami), tak więc podczas ustawiania sekund wystarczy wcisnąć tylko przycisk Z. Po ustawieniu sekund ponownie wciskamy przycisk S. Tym razem oprócz zaprzestania migania cyfr sekund, spowoduje to także zapis nowo ustawionej wartości czasu do pamięci EEPROM mikrokontrolera. Odbywa się to automatycznie bez wyświetlania jakichkolwiek dodatkowych komunikatów. Operacja zapisu trwa zaledwie kilkanaście milisekund, a więc jest to czas niezauważalny dla człowieka.

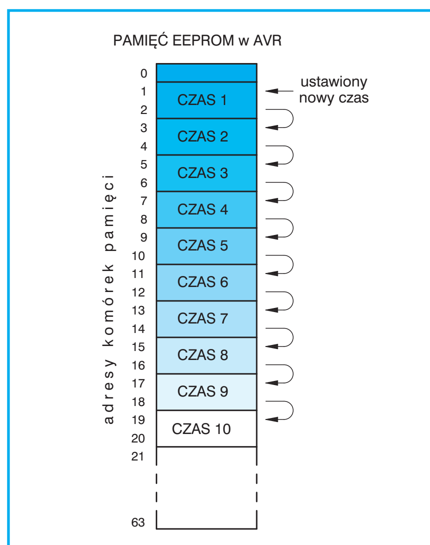
I tu mała niespodzianka. Nasz zegar szachowy posiada nie jedną, a dziesięć pamięci, w których można zapamiętać 10 różnych czasów gry. Znakomicie ułatwia to obsługę zegara. Nie trzeba bowiem za każdym razem ustawiać nowej wartości



Rys. 5 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

czasu, wystarczy wybrać ją z pamięci. Ale o tym za chwilę. Najpierw wyjaśnimy dokładnie jak jest zorganizowana pamięć czasów i co się dzieje z pozostałymi dziewięcioma komórkami pamięci, podczas zapisu nowego czasu do jednej z nich.

Spójrzmy na rysunek 6. Przedstawia on w jaki sposób poszczególne pamięci czasów są rozmieszczone w pamięci EEPROM. Widać, że każda z nich zajmuje dwa bajty. W jednym pamiętane są minuty, a w drugim sekundy. Wykorzystane są tylko bajty o adresach 1 do 20. Pozostałe bajty EEPROM nie znalazły zastosowania w zegarze. Wpis nowego czasu odbywa się zawsze do pamięci CZAS 1. Wcześniej jednak następuje przepisanie wszystkich komórek do komórek sąsiednich, zgodnie ze strzałkami na rysunku. Fizycznie odbywa się to w ten sposób, że najpierw przepisana zostaje pamięć CZAS 9 do pamięci CZAS 10, następnie CZAS 8 do CZAS 9, itd. Jako ostatnia zostaje przepisana pamięć CZAS 1 do CZAS 2, a na miejsce CZAS 1 wchodzi nowa, ustawiona wartość. Takie rozwiązanie zapewnia maksymalną prostotę obsługi 10 różnych pamięci czasów gry. Zapis dokonywany jest automatycznie po ustawieniu nowego czasu, bez konieczności wyboru numeru pamięci, a więc bez naciskania dodatkowych przycisków. Zaś odczyt dowolnego z zapamiętanych czasów jest realizowany za pomocą zaledwie jednego przycisku M. Kolejne jego naciśnięcia wywołują na oba wyświetlacze czasy zapamiętane w kolejnych pamięciach. Zatem wystarczy tylko jeden raz po uruchomieniu zegara, zaprogramować 10 różnych, odpowiadających



Rys. 6 Organizacja pamięci czasów gry w zegarze szachowym oraz sposób zapisu nowej wartości czasu do pamięci

nam czasów gry, aby przy kolejnych włączeniach zegara, wciskając tylko przycisk M, wybrać dowolny z tych czasów.

Należy zauważyć, że wszystkie czasy będą pamiętane nawet po wyłączeniu zasilania zegara, gdyż są zapisane w pamięci EEPROM. Jeśli już dokonaliśmy ustawienia, a zatem i zapisu do pamięci chociażby jednej wartości czasu, to po każdym kolejnym włączeniu zasilania zegara, na wyświetlaczach od razu pojawi się czas z pierwszej pamięci CZAS 1. Zauważmy, że zawsze będzie to ostatnio ustawiona przez nas wartość czasu. Wartość ustawiona przedostatnio będzie możliwa do odczytania przez jednokrotne naciśnięcie przycisku M. Naciskając go ponownie odczytujemy kolejny czas, itd. Oczywiście czasy, które były ustawiane przed ostatnio 10 zapisem do pamięci, zostają utracone.

2. Przebieg gry

Przebieg gry został już w zasadzie opisany na początku artykułu. Gdy czas został już ustawiony lub wybrany z pamięci, jeden z graczy (grający białymi) rozpoczyna grę wykonując pierwszy ruch na szachownicy i naciskając swój przycisk G (G1 lub G2). Zaczyna chodzić zegar przeciwnika – zapalają się kropki na jego wyświetlaczu. Następnie przeciwnik, po wykonaniu ruchu naciska swój przycisk G powodując zamianę zegarów (wyświetlaczy) rolami, itd. Przegrywa ten gracz, którego zegar pierwszy dojdzie do 0:00. Po dojściu do zera każdy z zegarów zatrzymuje się, a próba jego dalszego uruchomienia przyciskiem G zakończy się jedynie zapaleniem na ok. 1 sekundę kropek na tym wyświetlaczu. W czasie pracy zegara zablokowane jest działanie przycisków M i S. W dowolnej chwili natomiast można wcisnąć przycisk Z, co spowoduje zatrzymanie zegarów i odblokowanie działania przycisków M i S. Oczywiście można też dalej kontynuować grę wciskając jeden z przycisków G.

Na zakończenie, uważni Czytelnicy spostrzegli już pewnie, że liczbę przycisków w zegarze szachowym można ograniczyć z 5 do 4 bez utraty jakichkolwiek funkcji. Skoro bowiem działanie przycisku M jest zablokowane podczas pracy zegara – odmierzania czasu oraz podczas jego ustawiania, a wciśnięcie przycisku Z nie powoduje żadnej reakcji podczas gdy zegary są zatrzymane, to można je (M i Z) połączyć razem, tworząc jeden przycisk spełniający funkcje ich obu. W tym celu należy połączyć ze sobą linie odpowiadające przyciskom M i Z, tzn. linię PD4 z PD2 mikrokontrolera. Można nie wmontowywać wówczas przycisku M, wystarczy tylko przycisk Z. Należy jednak zauważyć, że po takiej przeróbce, zmianie ulegnie nieco obsługa zegara. Wciśnięcie przycisku Z podczas pracy zegara spowoduje oczywiście tylko jego zatrzymanie, lecz ponowne jego wciśnięcie będzie zinterpretowane przez mikrokontroler jak wciśnięcie przycisku M – na wyświetlacze zostanie wpisana nowa wartość czasu odczytana z pamięci CZAS 1. Ponowne wciśnięcia tego przycisku spowodują odczyt następnych pamięci. Zapomniałem też wcześniej dodać, że po odczycie ostatniej pamięci CZAS 10 i kolejnym wciśnięciu przycisku M (ew. Z) nastąpi odczyt pierwszej pamięci CZAS 1, itd.

Wszystkim szachistom życzymy miło spędzonych chwil z szachownicą i zegarem.

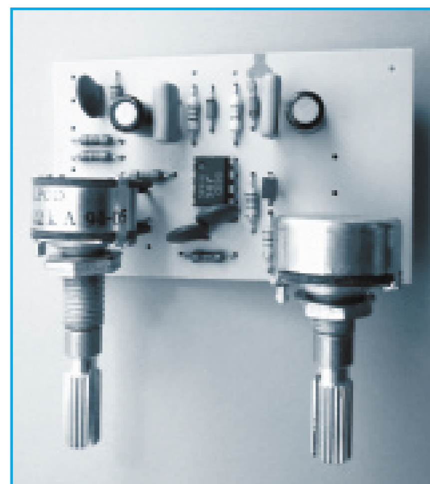
Wykaz elementów	
Półprzewodniki	
US1	**– AT 90S1200 z programem „SZACH”**
US2	**– 74HC164**
US3	**– LM 7805**
T1÷T9	**– BC 557B**
W1, W2	**– wyświetlacze zegarkowe, wspólna anoda, patrz rys. 4**
Rezystory	
R1÷R7	**– 300 Ω/0,25 W**
R8÷R16	**– 1 k Ω/0,125 W**
Kondensatory	
C1, C2	**– 22 pF/50 V (potrzebne jeśli zastosujemy rezonator kwarcowy)**
C4, C5	**– 100 nF/50 V ceramiczny**
C3	**– 47 μF/25 V**
Inne	
Q1	**– rezonator kwarcowy 1 MHz, opcjonalnie – patrz tekst**
G1, G2, Z	**– przyciski kontraktonowe lub inne dobrej jakości**
S, M	**– jak wyżej lub mikroprzyciski**
płytka drukowana numer 527	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki i zaprogramowane układy AT 90S1200 z dopiskiem SZACH można zamawiać w redakcji PE.
Cena: płytka numer 527 – 10,65 zł
SZACH – 40,00 zł
+ koszty wysyłki.

◊ *mgr inż. Jarosław Konieczny*

Subwoofer aktywny – kino domowe

Opisujemy wykonanie głośnika niskotonowego wraz z obudową, wzmacniaczem i filtrem aktywnym. Zestaw ten poprawia odtwarzanie niskich tonów. Może współpracować z dowolnym sprzętem elektroakustycznym – nawet renomowanej firmy. Poprawia efekty odsłuchowe kina domowego. Innym zastosowaniem subwoofera będzie wzbogacenie domowego zestawu elektroakustycznego, zwłaszcza z małymi kolumnami. Przy zastosowaniu subwoofera dźwięk nabierze głębi, plastyczności i pojawią się nowe brzmienia dotąd niesłyszalne.



Dane techniczne:

Dolna częstotliwość	– 40 Hz (zależnie od głośnika)
Częstotliwość górna (regulowana)	– 100÷250 Hz
Moc znamionowa	– 50 W
Zniekształcenia nieliniowe	– 0,5%
Pobór mocy (max.)	– 90 VA
Napięcie zasilania	– 220 V/50 Hz
Wymiary (obudowa głośnika)	– 430×250×330 mm

Subwoofery

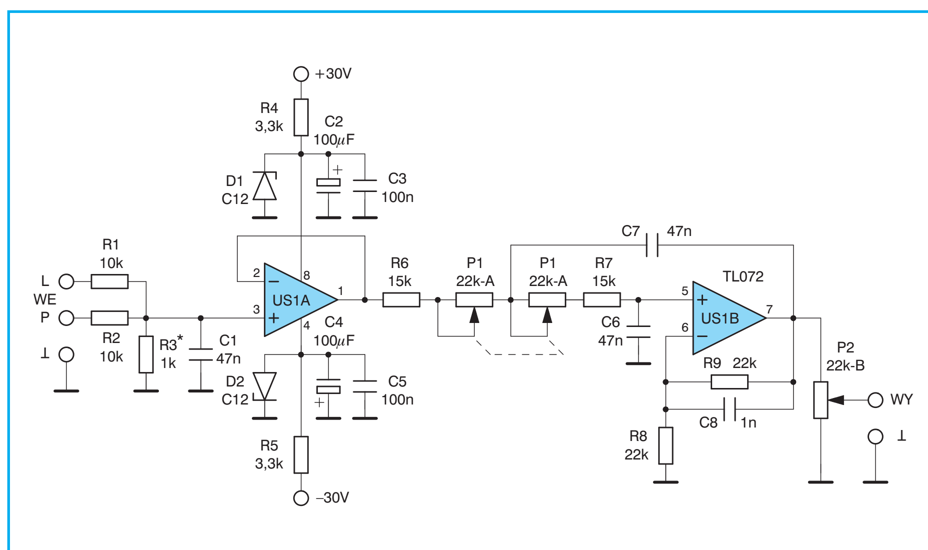
Odtwarzanie niskich częstotliwości jest „piętą achillesową" wielu zestawów elektroakustycznych. Wynika to najczęściej z kompromisów między wymiarami zewnętrznymi, ceną a jakością odtwarzania. Tylko niewielka liczba dużych i drogich zespołów głośnikowych posiada wbudowane głośniki do odtwarzania najniższych częstotliwości tzw. subwoofer.

Spotykanym rozwiązaniem jest tzw. bierny subwoofer zawierający głośniki niskotonowe w specjalnej obudowie i zwrotnice częstotliwościowe umożliwiające dołączenie głośników stereofonicznych tzw. satelitów. Satelity mogą posiadać małe wymiary i dzięki temu łatwo je ulokować we współczesnych mieszkaniach. Umiejscowienie subwoofera nie jest krytyczne z uwagi na brak kierunkowości przy odtwarzaniu niskich tonów. Subwoofer bierny dołącza się do wyjść wzmacniacza. Satelity natomiast dołącza się do subwoofera.

Równolegle jest realizowana koncepcja tzw. subwooferów aktywnych, które stały się istotną pozycją w sklepach ze sprzętem elektroakustycznym. Są to głośniki niskotonowe w obudowie wraz ze wzmacniaczem i aktywnym filtrem dolnoprzepustowym. Wzmacniacze czy amplitunery wielu firm wyposażane są w dodatkowe wyjścia sygnału do subwoofera aktywnego. Sygnał ten to najczęściej suma kanałów L i P z wyjścia wzmacniacza. Subwoofer aktywny dołącza się do wzmacniacza niezależnie od używanych zespołów głośnikowych. Oczywiście wymaga on własnego zasilania.

Koncepcja ta umożliwia ograniczenie pasma częstotliwości na wejściu wzmacniacza subwoofera i poprawę warunków dla odtwarzania najniższych częstotliwości. Konieczność jednoczesnego odtwarzania średnich i wyższych częstotliwości przez wzmacniacz zmniejsza możliwość maksymalnego wysterowania dla tonów niskich.

Wymiary i rodzaj obudowy subwoofera zależą od rodzaju głośnika. Przy małych głośnikach regułą jest stosowanie obudów basreflex (z otworem). Przy dużym głośniku stosuje się zarówno obudowy basreflex jak i obudowy zamknięte. Te drugie wprawdzie podnoszą częstotliwość rezonansową głośnika, ale poprawiają dynamikę basów.

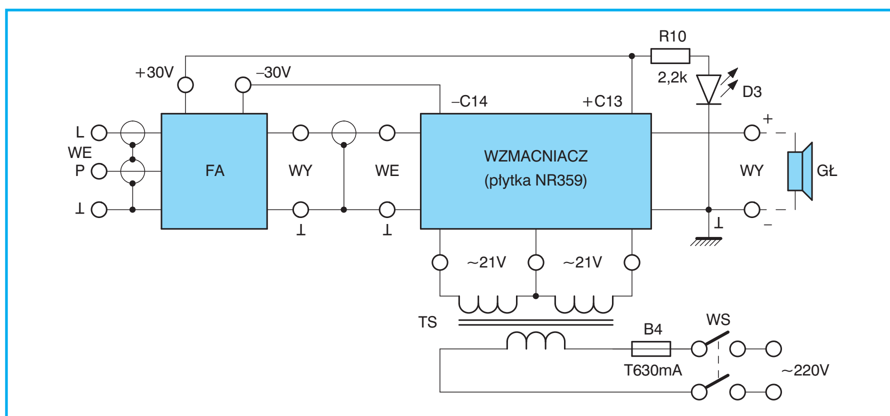


Rys. 1 Schemat ideowy filtru aktywnego

Opis konstrukcji

Opisywane rozwiązanie wykorzystuje wzmacniacz mocy na tranzystorach polowych opisany w PE 1/98. Możliwe jest wykorzystanie innego wzmacniacza o mocy wyjściowej 30÷50 W przy rezystancji obciążenia odpowiadającej rezystancji głośnika (4 lub 8 Ω). Zakres odtwarzanych częstotliwości powinien zaczynać się od 20 Hz. Niższe częstotliwości nie są pożądane z uwagi na uciążliwość dla otoczenia (sąsiadów).

Wzmacniacz na tranzystorach polowych wymaga niewielkiej modyfikacji. Jest nią zmiana pojemności kondensatora C4 na 100 μF. Istotną cechą jego układu jest możliwość pracy przy rezystancji obciążenia 8 lub 4 Ω. Na płytce drukowanej znajduje się prostownik z kondensatorami filtrującymi. Wystarczy podłą-



Rys. 2 Schemat połączeń wzmacniacza subwoofera

czyć transformator sieciowy z dwoma napięciami symetrycznymi 20÷25 V (bez obciążenia). Z płytki wzmacniacza będzie pobierane napięcie zasilające filtr aktywny.

Dolnoprzepustowy filtr aktywny jest niezbędnym układem subwoofera aktywnego. Ogranicza on pasmo częstotliwości doprowadzanych do wzmacniacza i dalej głośnika subwoofera. Oprócz opisanych wyżej zalet, zawężenie pasma częstotliwości jest niezbędne dla prawidłowego odtwarzania stereofonicznego przez głośniki podłączone bezpośrednio do wzmacniacza. Schemat ideowy filtru prezentuje rys. 1.

Na wejściu filtru znajduje się sumator rezystancyjny umożliwiający sumowanie sygnałów L i P uzyskanych z wyjścia wzmacniacza. Dla specjalnego sygnału subwoofera wystarczy jeden z rezystorów (R1 lub R2) i jedno wejście, ponieważ sumowanie odbywa się już we wzmacniaczu (ampli tunerze). Przy korzystaniu z sygnału dla subwoofera należy zwiększyć wartość rezystora R3 do 39 kΩ.

Kondensator C1 dodatkowo ogranicza pasmo częstotliwości już na wejściu filtru i zwiększa nachylenie charakterystyki. Część A wzmacniacza US1 pracuje jako wtórnik operacyjny dla uniezależnienia warunków pracy filtru dolnoprzepustowego od źródła sygnału wejściowego.

Właściwy filtr rozpoczyna się od wyjścia US1A. Jest to filtr dolnoprzepustowy drugiego rzędu. O jego częstotliwości granicznej decydują sumaryczne rezystancje R6 i P1 oraz R7 i P1 wraz z pojemnościami C6 i C7. Podwójny potencjometr P1 umożliwia zmianę częstotliwości granicznej filtru w zakresie od 100 do 250 Hz. Możliwe jest wykonanie filtru z ustaloną częstotliwością, bez potencjometru P1. Przy wartościach rezystorów R6 i R7 wynoszących 22 kΩ częstotliwość ta wynosi około 150 Hz. Nachylenie charakterystyki częstotliwościowej filtru ma wartość –12 dB/oktawę, a wraz z kondensatorem C1 –18 dB/oktawę. Daje to tłumienie sygnału o częstotliwości 1 kHz rzędu 40 dB.

Dobór wzmocnienia US1B rezystorami R8 i R9 wpływa na dobroć filtru i charakterystykę w pobliżu częstotliwości granicznej. Aktualnie wzmocnienie to wynosi 2 V/V. Kondensator C8 zmniejsza możliwość wzbudzania się filtru w stanach nieustalonych. Potencjometr P2 na wyjściu filtru umożliwia regulację poziomu sygnału doprowadzanego do wzmacniacza mocy, a więc zawartość najniższych częstotliwości w odtwarzanych dźwiękach. Wzmocnienie filtru i potencjometr P2 umożliwiają dostosowanie się do źródła sygnału.

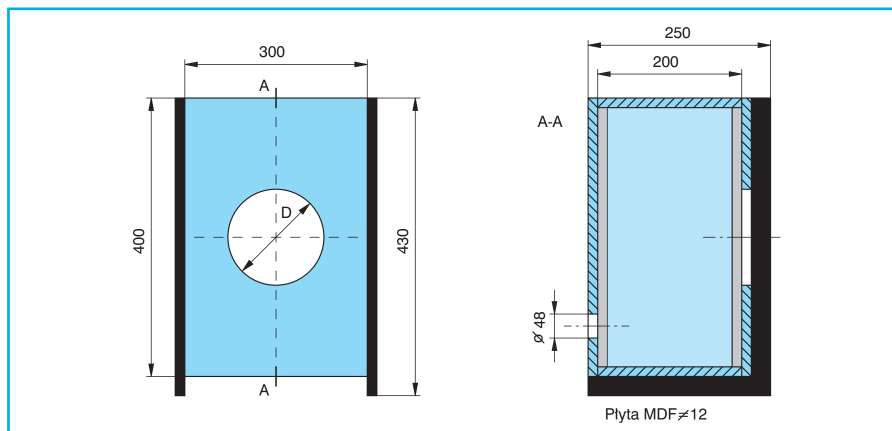
Filtr należy połączyć ze wzmacniaczem mocy zgodnie ze schematem połączeń z rys.2.

Osobnym zagadnieniem jest obudowa głośnika. Można wzorować się na obudowach subwooferów dostępnych w handlu, czy wręcz nawet wykorzystać gotową obudowę. Można też adaptować subwoofer bierny, łącząc równolegle jego głośniki i eliminując filtry zwrotnicy.

Proponowana do wykonania obudowa umożliwia montaż pojedynczego głośnika niskotonowego o średnicy od 13 do 25 cm. W modelu redakcyjnym zastosowano głośnik GDN 13/50 4 Ω. Wymaga on wykonania otworu basreflex o średnicy wewnętrznej 40÷45 mm i długości rury około 5 cm. Głośniki o średnicy większej od 20 cm mogą pracować w obudowie zamkniętej. Obudowa zamknięta powinna być w całości wypełniona materiałem tłumiącym (pianką, watą itp.). Obudowa z otworem basreflex powinna mieć wyłożone ścianki cienką warstwą materiału tłumiącego.

Materiałem zalecanym do wykonania obudowy jest płyta MDF o grubości od 12 do 19 mm. W ostateczności można wykorzystać płytę meblową okleinowaną o grubości 18 czy 19 mm. Wykonanie obudowy można zlecić znajomemu stolarzowi lub poprosić go o przycięcie ścianek obudowy i wykonanie otworów. Sklejenie ścianek można wykonać samemu używając do tego celu kleju Wikol lub jego odpowiednika. Przy klejeniu ścianek bocznych do przedniej i tylnej wykorzystać listwy wzmacniające o przekroju 15×15 mm. Wymiary obudowy wykonanej z płyty MDF o grubości 12 mm pokazuje rys. 3.

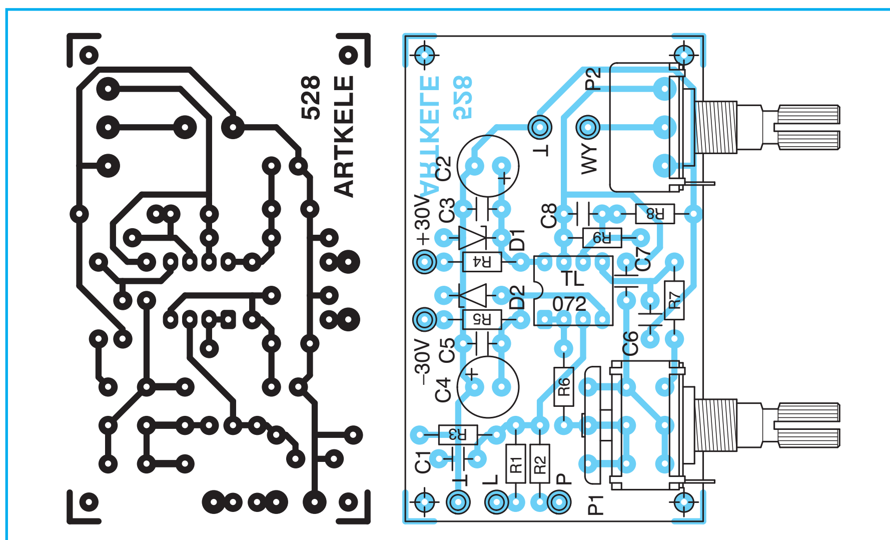
Średnicę D otworu pod głośnik należy dopasować do posiadanego głośnika. Głośnik należy zamontować od zewnątrz z użyciem podkładki uszczelniającej. Otwór o średnicy 48 mm w tylnej ściance obudowy jest dostosowany do gniazda głośnikowego obudowy zamkniętej lub rury dla obudowy basreflex. Naddatki bocznych ścianek umożliwiają ustawienie obudowy w pozycji pionowej lub poziomej (głośnikiem do podłogi).



Rys. 3 Obudowa głośnika subwoofera

Montaż i uruchomienie

Zakres prac jest dość szeroki – trzeba wykonać wzmacniacz mocy, filtr aktywny i obudowę głośnika. Opis wzmacniacza



Rys. 4 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

mocy znajdziemy w PE nr 1/98, lub skorzystamy z gotowego wzmacniacza czy innego opisu. Do wzmacniacza mocy niezbędny jest odpowiedni transformator sieciowy (zgodnie z opisem wzmacniacza).

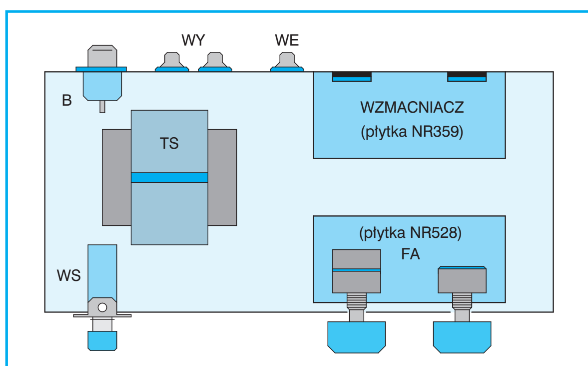
Wykonanie filtru aktywnego nie powinno nastręczać większych trudności. Jedynie rezystory R4 i R5 powinny być zamontowane na wysokości 3÷5 mm nad powierzchnią płytki. Montaż pozostałych elementów przeprowadzić zgodnie z własnymi upodobaniami i rys. 4.

Wzmacniacz mocy (uruchomiony) z transformatorem i filtr aktywny zamontować w obudowie metalowej. Tylną ściankę obudowy (zwłaszcza aluminiową) można wykorzystać jako radiator tranzystorów mocy. Wymagają one zastosowania podkładek izolacyjnych. Obudowa powinna posiadać otwory wentylacyjne. Zalecane rozmieszczenie podzespołów w obudowie przedstawia rys. 5.

Obudowę ze wzmacniaczem można przymocować na stałe do tylnej ścianki obudowy głośnika lub pozostawić jako wolnostojącą (nie związaną ściśle z obudową głośnika). Jako gniazda wejściowe proponujemy gniazda m.cz. typu Cinch. Gniazda wyjściowe to typowe gniazda sprężynujące do dołączania przewodów głośnikowych.

Montaż wzmacniacza przeprowadzić zgodnie ze schematem ideowym z rys. 2. Sygnały wejściowe L i P dołączyć przewodami ekranowanymi do wejść filtru aktywnego. Sygnał z wyjścia filtru dołączyć także przewodem ekranowanym do wejścia wzmacniacza. Napięcie zasilania +30 V z kondensatora C13 wzmacniacza podłączyć do zacisku +30 V filtru. Napięcie zasilania –30 V z kondensatora C14 dołączyć do zacisku –30 V filtru. Masę z płytki wzmacniacza połączyć z obudową metalową. Połączenia z transformatora i do gniazda głośnikowego prowadzić przewodem o przekroju co najmniej 0,5 mm².

Szczególną uwagę zwrócić na montaż obwodów sieci 220 V. Przewód sieciowy w podwójnej izolacji, zamocować w pobliżu ścianki tylnej i poprowadzić do wyłącznika sieciowego. Przewody prowadzone z wyłącznika także powinny być w podwójnej izolacji a ich przekrój powinien wynosić co najmniej 0,5 mm². Zaizolować wszystkie punkty lutownicze pod napięciem 220 V.



Rys. 5 Rozmieszczenie elementów wzmacniacza

Wzmacniacz mocy powinien być już wcześniej uruchomiony zgodnie z jego opisem. Po montażu w obudowie sprawdzić poprawność napięć zasilających doprowadzonych do filtru aktywnego (±30 V). Następnie sprawdzić zasilanie US1. napięcia na wyprowadzeniach 8 i 4 powinny wynosić odpowiednio +12 i –12 V. Dołączyć głośnik, podać sygnał wejściowy i sprawdzić działanie całości.

Podczas eksploatacji subwoofera potencjometrem P2 można dostosować czułość do poziomu sygnału wejściowego. Można także regulować nim zawartość najniższych tonów w odtwarzanej audycji. Potencjometrem P1 dobrać pasmo częstotliwości subwoofera do właściwości posiadanych zespołów głośnikowych (stereo).

Życzę słyszalnej poprawy brzmienia basów – litości dla sąsiadów.

Wykaz elementów – Filtr aktywny

Półprzewodniki	
US1	**– TL 072**
D1, D2	**– BZP 683C12**
Rezystory	
R3*	**– 1 kΩ/0,125 W (39 kΩ)**
R4, R5	**– 3,3 kΩ/0,25 W**
R1, R2	**– 10 kΩ/0,125 W**
R6, R7	**– 15 kΩ/0,125 W**
R8, R9	**– 22 kΩ/0,125 W**
P1	**– 2×22 kΩ-A PRP-185**
P2	**– 22 kΩ-B PR-185**
Kondensatory	
C8	**– 1 nF/50 V ceramiczny**
C1, C6, C7	**– 47 nF/63 V MKSE-20**
C3, C5	**– 100 nF/63 V MKSE-20**
C2, C4	**– 100 μF/16 V**
Inne	
płytka drukowana numer 528	

Wykaz elementów – Wzmacniacz

D3	**– LED**
R10	**– 2,2 kΩ/0,5 W**
TS	**– wg opisu**
B4	**– WTAT-250 V/630 mA**
B	**– gniazdo bezpiecznikowe**
WS	**– segment sieciowy Isostat**
WE	**– gniazdo Cinch**
WY	**– gniazdo głośnikowe**

Wykaz elementów – Obudowa głośnika

GŁ	**– głośnik wg opisu**
płyta MDF 12 mm:	
400×300	**– 2 szt.**
430×250	**– 2 szt.**
300×200	**– 2 szt.**
(wymiary w mm)	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 528 – 2,80 zł
+ koszty wysyłki.

◊ ***R.K.***

Głośniki i obudowy

Wierne odtwarzanie dźwięku jest celem budowy toru elektroakustycznego, który zaczyna się od mikrofonu w studiu nagrań a kończy na głośnikach lub słuchawkach. Właśnie te końcowe przetworniki decydują o jakości odtwarzania i wpływają na ocenę całego toru. Na nic się zdadzą super parametry odtwarzacza i wzmacniacza jeśli później wszystko zepsują złej jakości i nieodpowiednio dobrane zespoły głośnikowe. W kolejnych numerach czasopisma przedstawimy najważniejsze zasady dotyczące zastosowań głośników i wykonywania obudów głośnikowych. Przy odrobinie zacięcia do majsterkowania można pokusić się o wykonanie pełnowartościowych zestawów głośnikowych, których cena (bez uwzględnienia własnej pracy) będzie na pewno mniejsza niż zestawów fabrycznych.

Dźwięk i jego parametry

Zadaniem głośnika, jako przetwornika elektroakustycznego jest odtwarzanie dźwięku. Dla zrozumienia w jaki sposób następuje odtwarzanie dźwięku wskazane jest określenie samego dźwięku. Można powiedzieć, że każdy drgający obiekt znajdujący się w ośrodku fizycznym (np. powietrzu) wywołuje fale dźwiękowe. Poruszający się obiekt wprowadza w ruch najbliższe cząstki, które przekazują energię kolejnym itd. W ten sposób powstaje zaburzenie ośrodka przemieszczające się w nim i nazywane falą. Fala ta docierając do naszych uszu wywołuje wrażenie dźwięku.

Fala dźwiękowa jest więc przemieszczającym się zaburzeniem ciśnienia powietrza, jakie istnieje w otaczającej nas atmosferze. Charakteryzuje ją szybkość przemieszczania, która w powietrzu wynosi około 340 m/s. W przypadku fali okresowej np. sinusoidalnie zmiennej kolejnym parametrem jest częstotliwość. Częstotliwość określa ilość pełnych zaburzeń ciśnienia w ciągu 1 s. Mając szybkość v [m/s] i częstotliwość f [Hz] można określić długość fali λ [m]. Długość fali jest odległością na jakiej występuje pełna zmiana zaburzenia.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Fala sinusoidalna jest przypadkiem idealnym. Dźwięki instrumentów jak i głos wywołują zaburzenia odbiegające kształtem od sinusoidy. Jeśli są przebiegami okresowymi, można zgodnie z twierdzeniem Fouriera przedstawić je jako sumę składowych sinusoidalnych o częstotliwościach harmonicznych tzn. będących wielokrotnościami całkowitymi częstotliwości podstawowej. Inaczej, do ucha dobiega wtedy zestaw sinusoid. Częstotliwość podstawowa nazywana jest często wysokością dźwięku natomiast ilość i proporcje harmonicznych decydują o barwie dźwięku.

Różnica między ciśnieniem istniejącym w środowisku a wywołanym przez zaburzenie dźwiękowe nazywana jest ciśnieniem akustycznym. Ciśnienie atmosferyczne stanowi składową stałą ciśnienia, natomiast ciśnienie akustyczne jest amplitudą składowej zmiennej. Jednostką ciśnienia akustycznego jest paskal [Pa]. Wartość ciśnienia akustycznego zmniejsza się w miarę oddalania się od źródła dźwięku. Ograniczona czułość ucha pozwala na słyszenie dźwięków o minimalnym ciśnieniu akustycznym wynoszącym $2 \cdot 10^{-5}$ Pa. Powyżej ciśnienia akustycznego rzędu 10^{2} Pa następuje wrażenie bólu.

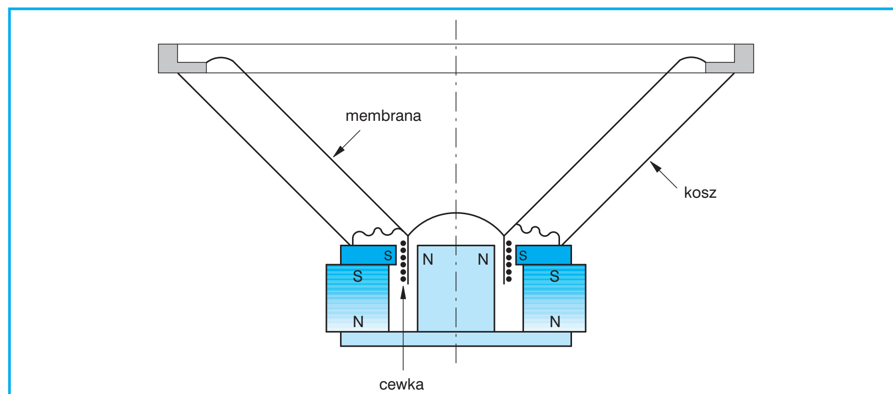
Kolejnym parametrem jest natężenie dźwięku, charakteryzujące energię zaburzenia ciśnienia. Jest ono określane jako moc akustyczna przepływająca przez 1 m^2 powierzchni prostopadłej do kierunku rozchodzenia się fali. Jednostką natężenia jest [W/m^2]. Natężenie dźwięku maleje z kwadratem odległości od punktowego źródła dźwięku. Progowi słyszalności odpowiada natężenie dźwięku wynoszące 10^{-12} W/m2. Natomiast słyszenie bolesne następuje przy natężeniu dźwięku rzędu 1 W/m^2. Moce akustyczne występujące przy mowie wynoszą od 0,01 μW do 2 mW, przy muzyce dochodzą do 25 W. Zakresy ciśnień akustycznych i natężeń dźwięku są więc bardzo duże i dlatego często korzysta się tu z miary logarytmicznej czyli decybeli [dB]. Progowi słyszenia odpowiada 0 dB, natomiast poziomowi słyszenia bolesnego 120 dB.

Głośnik dynamiczny jego właściwości

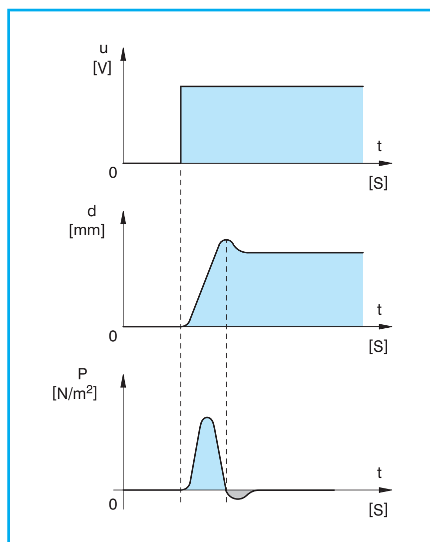
Już wiemy, że głośnik będzie urządzeniem technicznym do wytwarzania zaburzeń ciśnienia. W głośniku dynamicznym do tego celu służy membrana poruszana uzwojeniem znajdującym się w polu magnetycznym. Uproszczony przekrój głośnika pokazuje rysunek 1.

Konstrukcję mechaniczną głośnika stanowi tzw. kosz. Wewnątrz niego znajduje się membrana zamocowana za pomocą dwóch tzw. resorów (górnego i dolnego). Do dolnej części membrany przymocowana jest cewka, która znajduje się w polu magnetycznym wytworzonym przez układ magnetyczny głośnika. Zasadniczą częścią układu magnetycznego jest magnes pierścieniowy (najczęściej ferrytowy). Z magnesem stykają się nabiegunniki wykonane z miękkiego materiału magnetycznego. Właśnie w ich szczelinie jest umieszczona cewka głośnika. Przepływający przez cewkę prąd powoduje powstanie siły zgodnie ze znanym wzorem:

$$F = B \cdot l \cdot I$$



Rys. 1 Głośnik dynamiczny



Rys. 2 Odpowiedź impulsowa głośnika

gdzie:
B – indukcja magnetyczna w szczelinie,
I – wartość prądu,
l – długość przewodnika.

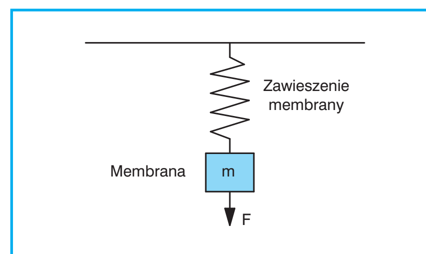
Doprowadzenie do cewki zmiennego prądu powoduje zmiany wielkości i kierunku siły działającej na cewkę i membranę, wprawiając ją w drgania. Poruszane przez membranę powietrze tworzy falę akustyczną.

Ideałem byłaby neutralność głośnika tzn. odtwarzanie wszystkich dźwięków zgodnie z ich oryginalnym brzmieniem. Przyjrzyjmy się zachowaniu głośnika przy podaniu na jego zaciski szybko narastającego napięcia co odpowiadać może zmianie ciśnienia z jednego poziomu na inny (u źródła sygnału). Odpowiednie przebiegi prezentuje rysunek 2.

Górny wykres przedstawia przebieg napięcia doprowadzonego do zacisków głośnika w funkcji czasu. Środkowy przebieg odpowiada wychyleniu membrany, a dolny to wytworzone przez membranę ciśnienie akustyczne. Wskutek konieczności pokonania oporów zawieszenia głośnika, oporu powietrza i określonej masy membrany zmiana jej położenia następuje z opóźnieniem. Następnie widać przekroczenie położenia ustalonego, to właśnie bezwładność membrany. Wytworzone ciśnienie akustyczne zupełnie nie odpowiada przebiegowi doprowadzonego napięcia. Jest ono impulsem szpilkowym. Przesunięta membrana nie wytwarza ciśnienia akustycznego. Można wręcz zauważyć, że powstanie ciśnienia akustycznego wymaga ruchu membrany. Wartość ciśnienia jest proporcjonalna do przyspieszenia ruchu membrany. Matematycznie jest proporcjonalna do pochodnej wychylenia.

Właściwość ta nie jest na szczęście dyskwalifikującą działanie głośnika. Ucho ludzkie także reaguje jedynie na zmiany ciśnienia. Dodatkowo przy odtwarzaniu przebiegów sinusoidalnie zmiennych ich przebieg zostaje odwzorowany ponieważ pochodna sinusa to cosinus – jedynie występuje przesunięcie fazy o 90°. Jednak opóźnienia wystąpią i tutaj zmniejszając szybkość narastania natężenia dźwięku. Można sporządzić schemat mechaniczny wykorzystywany do opisu działania głośnika pokazany na rysunku 3.

Zawieszenie membrany to sprężyna, na której zamocowana jest masa membrany poruszana siłą F. Masa membrany i sprężyste zawieszenie są przyczyną bezwładności. Układ ten charakteryzuje się także rezonansem, odpowiadającym zwiększeniu amplitudy drgań przy pewnej częstotliwości zwanej rezonansową. Uzyskanie jednakowych poziomów ciśnienia akustycznego przy niskich i wysokich częstotliwościach wymaga innych głośników. Do odtwarzania niskich częstotliwości niezbędna jest duża membrana i duże odkształcenie zawieszenia (duży skok membrany). Do odtwarzania wysokich częstotliwości niezbędna jest lekka i delikatnie zamocowana membrana ponieważ zmiany jej położenia muszą zachodzić dużo szybciej. Prowadzi to do realizacji zespołów głośnikowych zawierających dwa lub więcej głośników przewidzianych do odtwarzania różnych częstotliwości. Sygnały do tych głośników są doprowadzane za pośrednictwem odpowiednich filtrów.



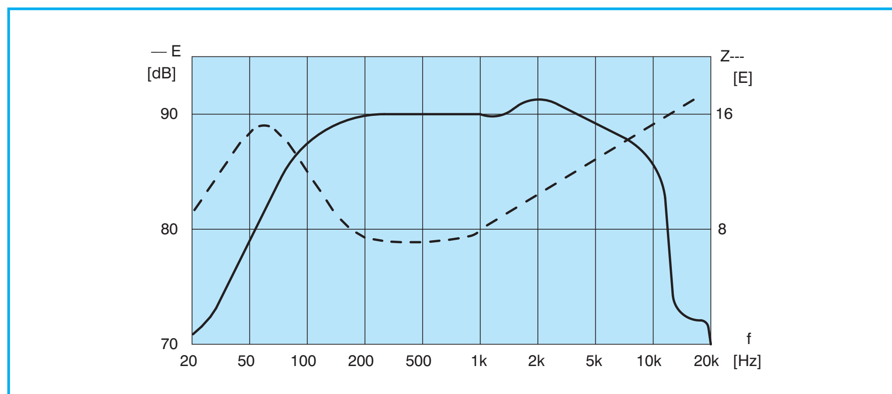
Rys. 3 Schemat mechaniczny głośnika

Ruch membrany głośnika podlega także tłumieniu. Tłumienie mechaniczne wprowadza zawieszenie głośnika. Tłumienie elektryczne wywołane jest przez hamujące działanie cewki głośnika poruszającej się w polu magnetycznym przy zamkniętych jej zaciskach (np. rezystancją wyjściową wzmacniacza).

Istotnym parametrem głośnika jest efektywność E określana jako stosunek ciśnienia akustycznego p wytworzonego przez głośnik zasilany mocą 1 W o częstotliwości 1 kHz, mierzonego na osi głośnika w odległości 1 m, do ciśnienia p_0 odpowiadającego progowi słyszalności. Wyrażana jest w decybelach.

$$E = 20 \log \frac{p}{p} [dB]$$

Efektywność głośnika jest zależna od częstotliwości, co uwidacznia rysunku 4.

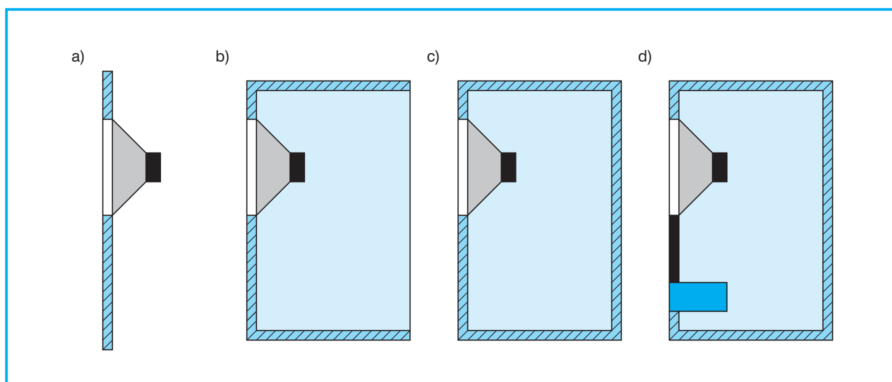


Rys. 4 Charakterystyka częstotliwościowa głośnika

Na charakterystyce tej przedstawiono także przebieg impedancji głośnika z (dokładnie modułu impedancji), określonej jako stosunek wartości skutecznych napięcia do prądu płynącego przez cewkę głośnika. Za impedancję znamionową uważa się najniższą jej wartość w paśmie odtwarzanych częstotliwości (powyżej częstotliwości rezonansowej). Czasem jako impedancję znamionową traktuje się impedancję głośnika przy częstotliwości 1 kHz.

Przy niskich częstotliwościach następuje wzrost impedancji wywołany rezonansem głośnika. Maksimum impedancji przy niskich częstotliwościach określa dokładnie częstotliwość rezonansową głośnika. Poniżej tej częstotliwości efektywność silnie spada. Praktycznie widać ruchy membrany ale nic nie słychać.

Tylko niewielki procent mocy doprowadzanej do głośnika jest zamieniany na



Rys. 5 Rodzaje obudów głośnikowych

moc akustyczną. Określa to sprawność głośnika η wyrażana w [%]. Jest ona stosunkiem mocy akustycznej do mocy elektrycznej. Sprawność głośnika zależy od częstotliwości a jej przebieg ma kształt zbliżony do przebiegu impedancji. Z tą różnicą, że przebieg sprawności opada ze wzrostem częstotliwości. Wyraźny wzrost sprawności następuje przy częstotliwości rezonansowej. Sprawność głośników wynosi od 0,1 do 2% w środkowej części użytecznego pasma częstotliwości. Przy rezonansie wzrasta do 10%.

Moc znamionowa głośnika jest to największa wartość mocy pozornej (U x I), która może być doprowadzona do głośnika w sposób ciągły, nie doprowadzając do jego uszkodzenia i nie powodując przekroczenia dopuszczalnych zniekształceń nieliniowych.

Inną właściwością głośnika jest kierunkowość promieniowania. Określa się ją przez pomiar efektywności pod różnymi kierunkami do osi głównego kierunku promieniowania. Ze wzrostem częstotliwości charakterystyka promieniowania głośnika ulega zawężeniu. W celu poprawienia tej właściwości stosuje się różne środki zaradcze, łącznie z tzw. membranami kopułkowymi.

Sam głośnik bez obudowy promieniowałby słabo lub wcale by nie promieniował tonów niskich. Dzieje się to wskutek wyrównywania się ciśnień akustycznych wytworzonych z przedniej i tylnej strony membrany. Zadaniem obudowy jest zwiększenie drogi fal dźwiękowych między przodem i tyłem membrany. Odtwarzanie niższych częstotliwości wymaga obudowy o większych rozmiarach.

Odgroda płaska (rys. 5a) jest sztywną płytą o wymiarach zależnych od najniższej częstotliwości odtwarzanej. Aktualnie jest praktycznie stosowana jedynie do pomiarów głośników.

Bardzo podobna do niej jest obudowa otwarta (rys. 5b). Poprawę jej właściwości uzyskuje się przez wyłożenie wewnętrznych części ścianek materiałem tłumiącym (pianka, wata itp.).

Obudowa zamknięta (rys. 5c), nazywana obudową kompakt ma już zupełnie inne właściwości. Nawet przy najniższych częstotliwościach nie występuje wyrównywanie się ciśnień akustycznych z obu stron membrany. Negatywną jej stroną jest podnoszenie częstotliwości rezonansowej głośnika (zamknięte w obudowie powietrze zwiększa siłę sprężystości zawieszenia). Wymaga to stosowania specjalnych głośników o niskiej częstotliwości rezonansowej (gumowe resory górne). Wnętrze obudowy zamkniętej wypełnia się całkowicie materiałem tłumiącym.

Obudowa rezonansowa – basreflex (rys. 5d) jest odmianą obudowy zamkniętej wyposażonej w otwór i ewentualnie kanał. Pozwala na dodatkowe wykorzystanie mocy tonów niskich promieniowanych przez tylną stronę membrany. Uzyskuje się to przez odwrócenie o 180° fali wytworzonej przez tył membrany i wypromieniowanie jej przez otwór w obudowie jako fali w fazie zgodnej z promieniowaną przez przód membrany. Przez odpowiednie dobranie pojemności obudowy i ewentualnie długości kanału można znacznie poprawić odtwarzanie niskich częstotliwości. Ścianki takiej obudowy powinny być wyłożone materiałem tłumiącym. Otwór lub wlot kanału nie powinny być zasłonięte. Nie odgrywa przy tym większej roli, czy otwór znajduje się w przedniej czy tylnej ściance obudowy.

Zaprezentowane rodzaje obudów nie wyczerpują pełnej ich gamy. Aktualnie najczęściej stosowanymi obudowami są: obudowa zamknięta i obudowa rezonansowa. Ich właściwościami zajmiemy się dokładniej w kolejnym artykule z tego cyklu.

◊ **R.K.**

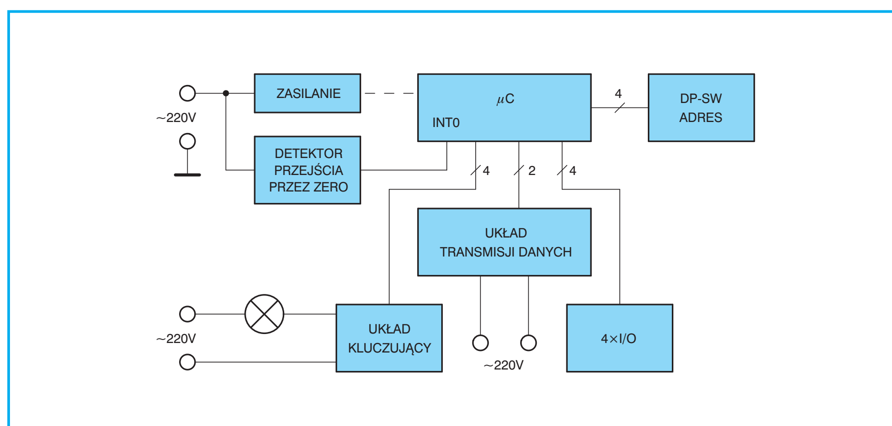
Inteligentny budynek – moduł wykonawczy

Kontynuując temat dotyczący transmisji danych cyfrowych z wykorzystaniem przewodów sieci energetycznej jako medium transmisji, przedstawiamy układ pozwalający na zdalne sterowanie dowolnym urządzeniem podłączonym do sieci ~220 V/50 Hz. Proponowany moduł wykonawczy pozwala zarówno sterować urządzeniami, jak również odczytywać ich aktualny stan pracy. Dodatkowo sterownik wyposażono w cztery niezależne regulatory mocy.

Proponowany przeze mnie układ modułu wykonawczego przystosowany jest do współpracy z opisanym w PE 11/99 modemem energetycznym. Do jego budowy zastosowano ten sam układ scalony, a transmisja danych przebiega z wykorzystaniem tej samej częstotliwości fali nośnej. Może ona być zmieniona poprzez odpowiedni dobór elementów. Układ transmisji danych jest nieco odmienny od analogicznego, zastosowanego w modemie. Różnica dotyczy sposobu sprzężenia układu z siecią energetyczną. W modemie kwestię tą rozwiązano przy użyciu transformatora charakteryzującego się dużym napięciem przebicia. Do zasilania układu także wykorzystano transformator. Zapewniona więc była pełna galwaniczna izolacja układu od sieci energetycznej. W układzie wykonawczym rozwiązanie jest odmienne i spowodowane przede wszystkim dużymi gabarytami transformatorów sieciowych, co w naszym wypadku jest sprawą priorytetową.

Układ możemy podzielić na kilka bloków funkcjonalnych (schemat blokowy na rysunku). Moduł wykonawczy zasilany jest bezpośrednio z sieci ~220 V. Do jego poprawnej pracy potrzebujemy napięcia stałego 5 V, natomiast napięcie wejściowe jest wielokrotnie wyższe. Aby spełnić ten wymóg, na wejściu zasilacza podłączono szeregowy układ RLC (R15, L1, C7). Wydziela się na nim znaczna moc, dlatego też konieczne jest zastosowanie rezystora R15 o mocy co najmniej 2 W. Następnie napięcie wejściowe trafia na układ prostowniczy, oraz wstępny stabilizator 7,5 V zbudowany na diodzie stabilizacyjnej. Ostatnim elementem jest monolityczny stabilizator +5 V, który bezpośrednio zasila cały układ.

Bardzo małym (złożonym zaledwie z 4 elementów), lecz bardzo ważnym blokiem funkcjonalnym jest detektor przejścia przez zero. Wykorzystywany do synchronizacji układu PWM (Modulator Szerokości Impulsów), jest niezbędny do jego poprawnej pracy. Rezystor R1 ogranicza prąd wejściowy a diody D1,D2 ograniczają napięcie na bazie tranzystora T2. W zależności od tego czy w danym momencie napięcie zasilające jest w górnym, czy w dolnym półokresie, tranzystor T2 przewodzi lub nie. Przy górnym półokresie na wejściu INT0 mikrokontrolera zostaje wymuszone logiczne „0”. Przy dolnym półokresie na wejściu INT0 panuje logiczna „1”, co jest związane z charakterystyką budowy portu P3 mikrokontrolera (wbudowany rezystor wymuszający stan wysoki na wejściu). Opadające zbocze na tym wejściu powoduje wywołanie przerwania mikrokontrolera i synchronizacje układu PWM.



Rys. 1 Schemat blokowy układu wykonawczego

Moduł wykonawczy posiada cztery wejścia/wyjścia cyfrowe dołączone do portów P1.0÷P1.3. Dwa z nich (P1.0 i P1.1) nie posiadają rezystora wymuszającego stan wysoki na wyjściu, dlatego też mogą być stosowane jako wejścia wbudowanego komparatora analogowego. W module wykonawczym znajdują się także cztery wyjścia regulatora mocy, w których elementami kluczującym są triaki. Sterowane nie są bezpośrednio z wyjść mikrokontrolera, lecz poprzez optotriaki typu MOC 3023, które wybrano ze względu na niewielki prąd sterujący.

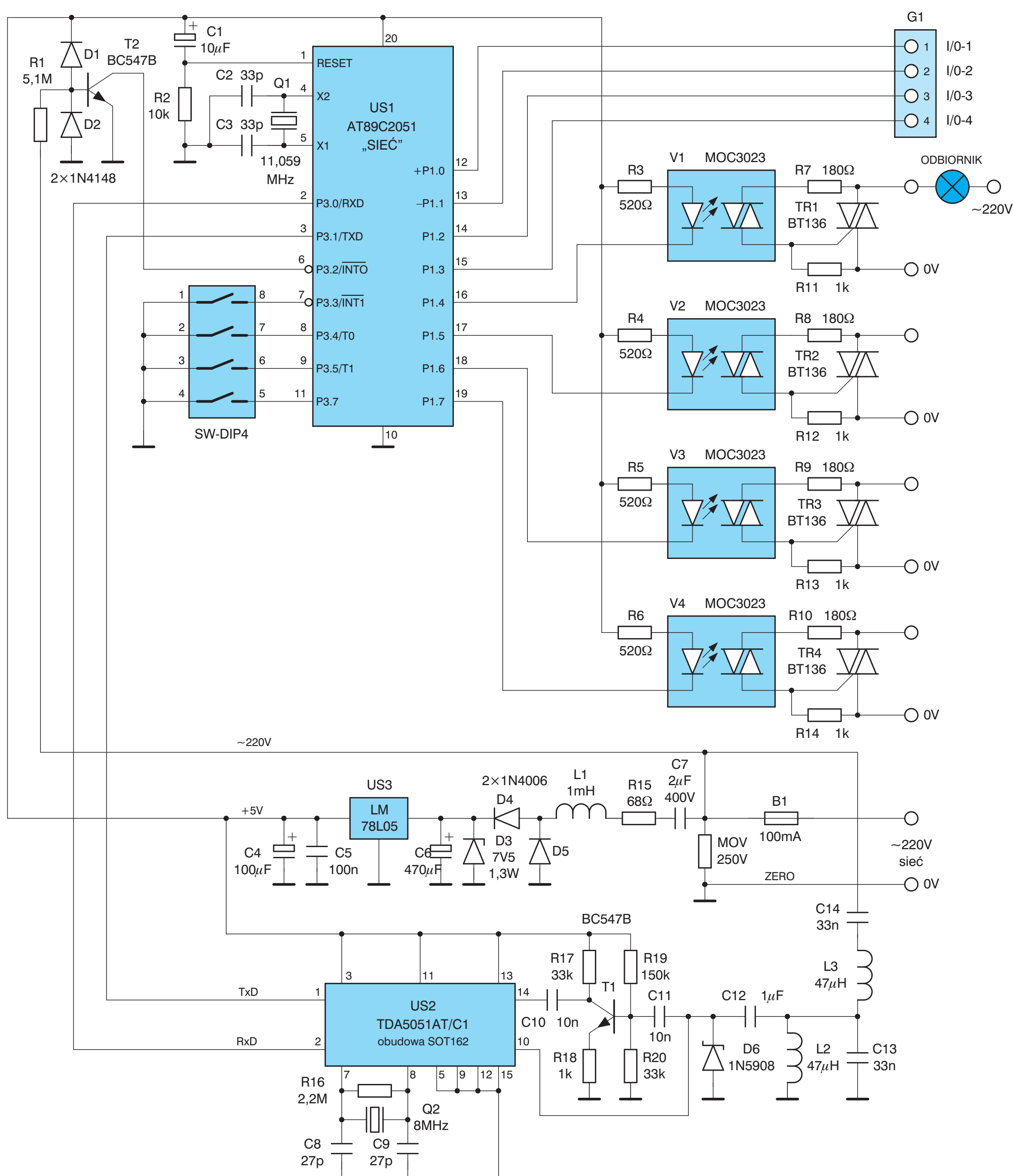
Układ transmisji danych zbudowany został w oparciu o ten sam układ scalony, który wykorzystano w modemie energetycznym. Jak już wspomniałem różnica polega na sposobie sprzęgnięcia układu z linią energetyczną. W tym przypadku nie ma galwanicznego odizolowania układu od sieci zasilającej. Na wejściu znajdują się jednak dwa filtry LC, szeregowy i równoległy, zbudowane w oparciu o elementy C14, L3 oraz C13, L2. Ich częstotliwość rezonansowa pokrywa się z częstotliwością fali nośnej (125 kHz), dzięki czemu napięcie sieciowe o częstotliwości 50 Hz jest doskonale tłumione, natomiast impedancja filtru dla fali nośnej jest niewielka. Niezbędne jest zastosowanie kondensatora C12, o możliwie dużej pojemności. Wynika to z faktu, iż na wyjściu TX_{out} układu scalonego panuje napięcie stałe o wartości około 0,5 V, które przy braku wspomnianego kondensatora byłoby zwierane do masy poprzez cewkę L2. Ponieważ jednak transmisja odbywa się w dwie strony, nie może to być kondensator elektrolityczny. W oparciu o tranzystor T1 zbudowany został dodatkowy wzmacniacz wejściowy niezbędny przy bardzo niskim poziomie napięcia sygnału wejściowego.

Ostatnim elementem układu jest mikrokontroler. Zaimplementowano w nim protokół transmisji danych po-

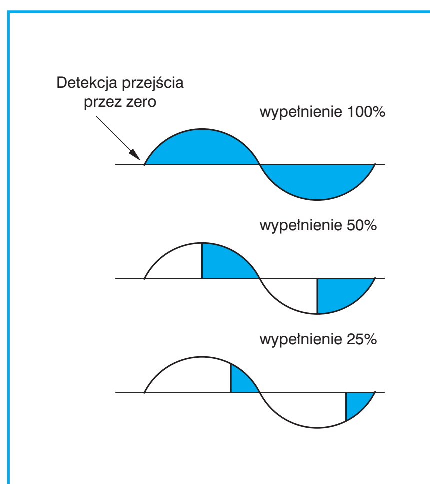
zwalający komunikować się z jednostką zarządzającą, oraz program sterowania/kontroli podłączonych urządzeń. O ile sterowanie typu włącz/wyłącz przy użyciu portów P3.0÷P3.3 jest sprawą bardzo prostą, o tyle sterowanie mocą wydzielaną w odbiorniku jest już o wiele trudniejsze. Dlatego też temu zagadnieniu chciałbym poświęcić kilka słów.

Układ regulatora mocy zbudowany został w celu zastosowania go w obwodach prądu zmiennego ~220 V. Dzięki impulsowemu sterowaniu elementem kluczującym (w naszym wypadku triakiem), możliwe jest regulowanie mocy wydzielanej na sterowanym urządzeniu w zakresie od 0% do 100% w szesnastu krokach. Idea działania regulatora mocy opartego o PWM opiera się na odpowiednim sterowaniu układem kluczującym w ten sposób, aby efektywna moc wydzielona na odbiorniku zmieniała się od 0 do mocy maksymalnej. Do poprawnej pracy takiego układu niezbędne są dwie informacje: moment przejścia przez zero oraz częstotliwość napięcia zasilającego.

Aby określić częstotliwość napięcia zasilającego (teoretyczna 50 Hz, lecz w praktyce może się wahać), po włączeniu układu mikrokontroler wykonuje pomiar czasu pomiędzy kilkudziesięcioma opadającymi zboczami na wejściu INT0.



Rys. 2 Schemat ideowy



Rys. 3 Zmiana wypełnienia przebiegu sinusoidalnego

Pozwala to na określenie czasu trwania jednego okresu sinusoidy, a więc i jej częstotliwości. Zmianę współczynnika wypełnienia ilustruje rys.3

Mikrokontroler otrzymuje jedynie informację o zmianie napięcia z wartości ujemnej na dodatnią, natomiast sterowanie triakiem musi odbyć się dwukrotnie podczas jednego okresu. Moment przejścia przez zero z wartości dodatniej na ujemną jest więc wyznaczany teoretycznie jako połowa okresu napięcia zasilającego.

Kiedy znamy już częstotliwość napięcia zasilającego, sprawa wydaje się bardzo prosta. Wystarczy w odpowiednim momencie załączać triak. Tak też jest w rzeczywistości, jednak z drobnym utrudnieniem. Utrudnienie to polega na poprawnym określeniu momentu włączenia i wyłączenia elementu kluczującego.

Jak wiadomo moc wydzielona na odbiorniku jest wprost proporcjonalna do wartości skutecznej napięcia zasilającego. O ile dla przebiegu sinusoidalnego napięcie skuteczne jest znane, o tyle dla przebiegu będącego jedynie wycinkami sinusoidy sprawa się komplikuje. Należy więc tak dobrać momenty włączania triaka, aby wydzielana moc narastała liniowo. Niezbędny do tego jest rachunek całkowy. Każdy kto z całkami miał kiedykolwiek do czynienia bez trudu wyliczy całkę dla przebiegu sinusoidalnego.

Patrząc na rysunek od razu widać, że przy wypełnieniu 50% oraz 100% moc wydzielona w odbiorniku będzie odpowiednio równa 50% oraz 100% mocy maksymalnej. Jednak jest to przypadek szczególny.

Aby przekonać się, że nie będzie ona narastała liniowo w zależności od wypełnienia, wystarczy jedynie porównać pole powierzchni jakie zakreśla sinusoida dla $0 \div \Pi 4$ oraz dla $\Pi/4 \div \Pi/2$. Wyraźnie widać, że w drugim wypadku jest ono większe, zatem wartość skuteczna takiego napięcia też jest większa.

Montaż i uruchomienie

Przystępując do uruchamiania układu należy pamiętać o tym, że jest on zasilany bezpośrednio z sieci energetycznej i w każdym jego miejscu może wystąpić wysokie napięcie ~220 V. Należy go zmontować szczególnie starannie, ponieważ jakiekolwiek przypadkowe zwarcie ścieżek może doprowadzić do nieodwracalnego uszkodzenia układów scalonych. Po poprawnym zmontowaniu, układ nie wymaga dodatkowych czynności związanych z jego dostrajaniem. Przed podłączeniem modułu wykonawczego należy dokładnie sprawdzić sprawność elementów L1, R15 oraz C7. Zwarcie na C7 z pewnością doprowadzi do uszkodzenia układu. Analogicznie należy dokładnie sprawdzić układ filtru wejściowego zbudowanego w oparciu o elementy C14,L3 oraz C12,L2. **Absolutnie konieczne** jest zamontowanie diody **D6**. Zabezpiecza ona układ nadajnika przed przepięciami w sieci energetycznej. Jej brak spowoduje uszkodzenie układu TDA 5051.

Układy scalone US1 oraz US2 montujemy w ostatniej kolejności, a przed ich wlutowaniem należy podłączyć układ i sprawdzić poprawność napięć zasilających.

Podłączanie nowych urządzeń powinno być przeprowadzane przy wyłączonym układzie. Przed podłączeniem układu należy ustawić jego niepowtarzalny adres identyfikujący go w systemie (SW-DIP4).

Oprogramowanie

Do sterowania modułem wykonawczym niezbędny będzie opisany już moduł energetyczny, oprogramowanie zapisane w mikrokontrolerze układu wykonawczego oraz oprogramowanie na komputer klasy PC (udostępniony kod źródłowy).

Dane przesyłane są z prędkością 300 bodów. Zapewnia to przepustowość w zupełności wystarczającą do komunikacji, a jednocześnie pozwala przesyłać dane na większe odległości.

Transmisja odbywa się w dwóch kierunkach, na każdy rozkaz wydany przez system nadrzędny moduł wykonawczy odpowiada przesyłając aktualny stan portów I/O1÷I/O4 lub regulatorów PWM1÷PWM4. Daje nam to pewność, że wysłana przez nas komenda została wykonana poprawnie, a w przypadku braku takiego potwierdzenia wiemy, że transmisję danych należy przeprowadzić ponownie. Ramka danych przesyłanych do/z modułu wykonawczego posiada format przedstawiony w Tabeli 1. W skład ramki wchodzą cztery pola:

ADRES – ośmiobitowy adres modułu wykonawczego (4 starsze bity zawsze ustawione na 0);
OPERACJA – 0 – odczyt danych,
1 – zapis danych;
NUMER_URZ – numer urządzenia w obrębie modułu wykonawczego;
WARTOŚĆ – (istotne tylko przy zapisie danych), stan portu (0 lub 1) albo wartość PWM (0÷15)

Do sterowania siecią modułów wykonawczych służy program ***MODWYK.EXE*** (udostępniony kod źródłowy). Format wywołania programu jest następujący:

MODWYK nr_portu adres [nr_urz] wartość]

nr_portu – numer portu COM (1÷4)
adres – adres modułu wykonawczego
nr_urz – numer urządzenia w obrębie jednego modułu:
0 – I/O1, 1 – I/O2,
2 – I/O3, 3 – I/O4,
4 – PWM1, 5 – PWM2,
6 – PWM3, 7 – PWM4
wartość – wartość zadanego regulatora PWM z zakresu 0 do 15, lub stan portu I/O – 0 lub 1

Tabela 1 – Ramka danych

ADRES (0÷15)	OPERACJA	NUMER URZ.	WARTOŚĆ
8 bitów	1 bit	3 bity	4 bity
BAJT 1	BAJT 2		

Podanie numeru urządzenia i wartości jest opcjonalne, przykładowo:

MODWYK nr_portu adres nr_urz – jedynie zwróci aktualny stan portu (wartość PWM).

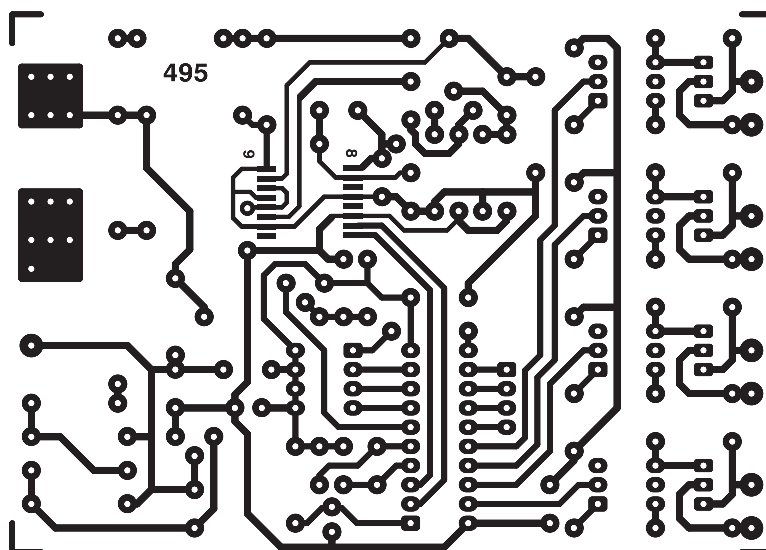
MODWYK nr_portu adres – zwróci aktualny stan wszystkich urządzeń w danym module wykonawczym

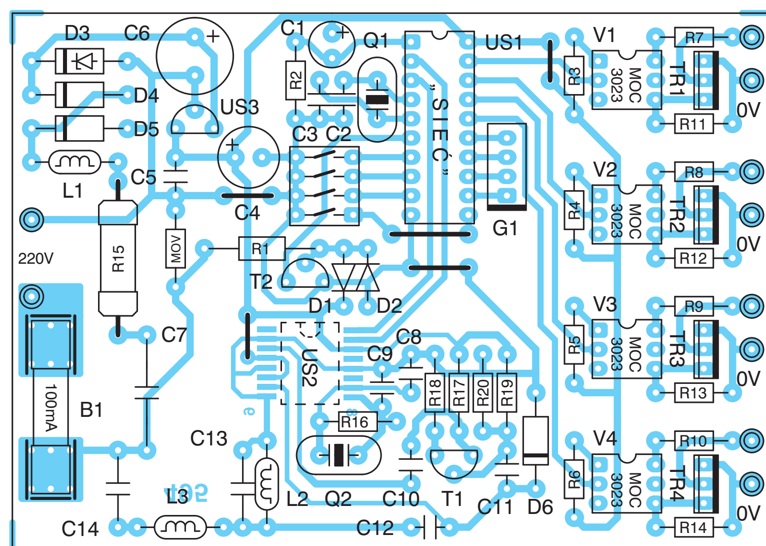
W systemie może pracować do 16 modułów jednocześnie. Każdy z nich powinien posiadać swój własny adres, definiowany przy pomocy przełączników SW-DIP4. Przypadkowe skonfigurowanie dwóch modułów na taki sam adres, spowoduje błędne działanie systemu. Wynika to z faktu, że na zapytanie od systemu nadrzędnego odpowiedzi udzielą dwa moduły jednocześnie, co spowoduje błędy w odbiorze danych.

Ze względu na niewielką długość ramki danych nie zastosowano żadnego kodu korekcji/detekcji błędów, jak miało to miejsce przy protokole przesyłania plików z wykorzystaniem modemu energetycznego. Aby ustrzec się przed ewentualnymi błędami każdy rozkaz przesyłany jest trzykrotnie (razem 6 bajtów) a jego wykonanie następuje pod warunkiem zgodności każdej transmisji.

Wykaz elementów

Półprzewodniki	
US1	– AT 89C205 z programem „SIEĆ”
Półprzewodniki cd.	
US2	– TDA 5051
US3	– LM 78L05
T1, T2	– BC 547B
D1, D2	– 1N4148
D3	– dioda Zenera 7,5 V
D4, D5	– 1N4007
D6	– dioda zabezpieczająca 1,5 KE 6,8 A (transil)
MOV	– warystor 250 V (AC)
V1÷V4	– MOC 3023
TR1÷TR4	– BT 136/600 V
Rezystory	
R15	– 68 Ω/2 W
R7÷R10	– 180 Ω/0,125 W
R3÷R6	– 520 Ω/0,125 W
R11÷R14, R18	– 1 kΩ/0,125 W
R2	– 10 kΩ/0,125 W
R17, R20	– 33 kΩ/0,125 W
R19	– 150 kΩ/0,125 W
R1	– 400 kΩ/0,125 W
R16	– 2,2 MΩ/0,125 W
Kondensatory	
C8, C9	– 27 pF/50 V ceramiczny
C2, C3	– 33 pF/50 V ceramiczny
C10, C11	– 10 nF/50 V ceramiczny
C13, C14	– 33n/400V
C5	- 100 nF/63 V MKSE-20
C12	– 1 μF/63 V MKSE-20
C7	– 2 μF/400 MKSE-20V
C1	– 10 μF/16 V
C4	– 100 μF/16 V
C6	– 470 μF/16 V
Induktory	
L2, L3	– 47 μH dławik miniaturowy
L1	– 1 mH dławik miniaturowy
Inne	
Q1	– rezonator kwarcowy 11,059 MHz
Q2	– rezonator kwarcowy 8 MHz
B1	– WTAT-250 V/100 mA
płytka drukowana numer 495	





Rys. 4 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki i zaprogramowane układy AT 89C205 z dopiskiem SIEA i dyskietki z programem MODWYK.EXE z dopiskiem DYSK-SIEA można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 495 – 6,20 zł
SIEĆ – 35,00 zł
DYSK-SIEĆ – 10,00 zł
+ koszty wysyłki.

◊ *Jarosław Piotrowiak*

Pierwsza płyta CD-PE1 Praktycznego Elektronika

Pierwsza płyta CD-PE1 Wydawnictwa ARTKELE zawierająca ponad 2000 stron z 65 archiwalnych numerów PE z lat 1992÷1997 zapisanych w formacie Portable Document File (PDF). Tego jeszcze nie było !!!

Olbrzymie kompendium wiedzy w zakresie praktycznych zastosowań elektroniki. Opisy, aplikacje, urządzenia, nietypowe rozwiązania, jeden styl.

Na płycie CD-ROM znajduje się również baza artykułów PE (w formacie html) oraz wiele programów i narzędzi użytecznych w pracowni elektronika.

Oto jakie min. programy znajdziecie na płycie CD-PE:

– Protel 99 Second Edition (nowość !!!)
– Protel Manuals
– Protel 99
– Protel 99 Service Pack 1
– Protel Power Tool Pack 99
– PSpice ver. 8.0
– EDWin ver. 1.6
– LabWindows®/CVI™
– LabWindows Manuals
– Topanga SchematicMaker
– PADS ver. 4.09
– WinLog ver. 1.0
– CircuitMaker ver. 2.5
– WinDraft Schematic Capture
– WinBoard PCB Layout
– TinyCAD
– PCB Developer's Individual Assistant
– FaiSyn Automatic Filter Synthesizer ver. 2.2
– AIM-Spice
– ISISch
– AresPCB
– EMCFiltr
– Qcad
– Scooter-PCB
– Oscilloscope for Windows ver. 2.51
– Easytrax 2.06
– AT90S (AVR) Family Assembler and Simulator ver. 1.21
– AVR Studio version 1.45
– Microchip MPLAB ver. 4.00
– CCS PIC C compiler
– Internet Explorer 5.0 PL
– Adobe Acrobat 4.0

oraz wiele, wiele innych

Wszystkie programy w wersjach: freeware, shareware, trial, eval lub demo.

Płyty można zamawiać na kartach pocztowych, faksem lub e-mailem. Cena płyty CD-PE jest równa 30 zł + koszty wysyłki.

Chcąc obniżyć koszty zakupu płyty o 10% należy zamówienie składać na kuponie prenumeraty wpłacając na konto Wydawnictwa ARTKELE kwotę 34,00 zł (kwota ta pokrywa koszt płyty i wysyłki). Na kuponie należy w tym przypadku postawić krzyżyk w kratce z napisem CD-PE1. Równocześnie na tym samym kuponie można zamówić prenumeratę na kolejne kwartały roku 2000. Nie przyjmujemy już zamówień prenumeraty na pierwszy kwartał br.



Odcinek dla poczty	Odcinek dla posiadacza rachunku	Odcinek dla wpłacającego
zł...................... gr........................	zł...................... gr........................	zł...................... gr........................
słownie złotych .... groszy jak wyżej	słownie złotych .... groszy jak wyżej	słownie złotych .... groszy jak wyżej
imię i nazwisko (firma)	imię i nazwisko (firma)	imię i nazwisko (firma)
ulica / numer domu	ulica / numer domu	ulica / numer domu
☐☐-☐☐☐ kod pocztowy	☐☐-☐☐☐ kod pocztowy	☐☐-☐☐☐ kod pocztowy
miejscowość (poczta)	miejscowość (poczta)	miejscowość (poczta)
na rachunek:	na rachunek:	na rachunek:
A R T K E L E ul. Jaskółcza 2/5 65-001 Zielona Góra	**A R T K E L E** ul. Jaskółcza 2/5 65-001 Zielona Góra	**A R T K E L E** ul. Jaskółcza 2/5 65-001 Zielona Góra
WBK S.A. II O/Zielona Góra 10901636-102847-128-0100-01	**WBK S.A. II O/Zielona Góra 10901636-102847-128-0100-01**	**WBK S.A. II O/Zielona Góra 10901636-102847-128-0100-01**
Datownik / Pobrano opłatę zł.......... gr............	Datownik / Pobrano opłatę zł.......... gr............	Datownik / Pobrano opłatę zł.......... gr............
podpis przyjmującego	podpis przyjmującego	podpis przyjmującego

Imię
Nazwisko

ul./os.
Ulica (miejscowość, wieś)
Numer domu / posesji

Kod pocztowy
Poczta (miejscowość)

Wszystkie dane personalne wpisać literami drukowanymi

Wytnij i naklej na kartę pocztową (wysyłka karty pocztowej kosztuje mniej niż wysyłka listu, a nam ułatwia pracę).

Płytki

Numer		Ilość
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	

Czasopisma

Numer/rocznik		Ilość
/	szt.	
/	szt.	
/	szt.	
/	szt.	
/	szt.	
/	szt.	

Kserokopie

Numer płytki

W przypadku zamawiania kserokopii artykułów prosimy o podanie numeru płytki drukowanej zamieszczonej w tym artykule. Jeżeli w artykule występują dwie płytki należy podać tylko numer jednej z nich.
W rubryce UWAGI można wpisywać:
– nazwy programów, zamawianych układów,
– oznaczenia obudów, folii, zestawów itp.

Uwagi:...
....
....

Wykaz dostępnych numerów archiwalnych:

3/1992, 8,11,12/95, 3,4,6,8÷10,12/1996, 1÷4,7,9÷11/1997, 2,4,5/1998 (wszystkie w cenie 3,00 zł),

2÷6,8/1999 (wszystkie w cenie 3,60 zł)

9,11,12/1999, 1÷4/2000 (wszystkie w cenie 4,40 zł)

Ten kupon można wyciąć i wysłać faksem: fax (całą dobę) (068) 324-71-03.

Zamawiam prenumeratę:

praktyczny Elektronik

wybrany okres prenumeraty, lub zamówienie płyty CD-PE1 zaznaczyć krzyżykiem

Płyta CD-PE1 34,00 zł	III kwartał 2000r. 13,20 zł	IV kwartał 2000r. 13,20 zł

Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 4,40 zł, cena CD-PE1 z kosztami wysyłki – 34,00 zł

Prenumerata to: bezpośrednie do odmu, niezawodne i terminowe dostawy Praktycznego Elektronika

Pamiętaj! Pomyśl o tym już dziś!

kupon ważny do 20.06.2000r.

Zamawiam prenumeratę:

praktyczny Elektronik

wybrany okres prenumeraty, lub zamówienie płyty CD-PE1 zaznaczyć krzyżykiem

Płyta CD-PE1 34,00 zł	III kwartał 2000r. 13,20 zł	IV kwartał 2000r. 13,20 zł

Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 4,40 zł, cena CD-PE1 z kosztami wysyłki – 34,00 zł

Prenumerata to: bezpośrednie do odmu, niezawodne i terminowe dostawy Praktycznego Elektronika

Pamiętaj! Pomyśl o tym już dziś!

kupon ważny do 20.06.2000r.

Zamawiam prenumeratę:

praktyczny Elektronik

wybrany okres prenumeraty, lub zamówienie płyty CD-PE1 zaznaczyć krzyżykiem

Płyta CD-PE1 34,00 zł	III kwartał 2000r. 13,20 zł	IV kwartał 2000r. 13,20 zł

Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 4,40 zł, cena CD-PE1 z kosztami wysyłki – 34,00 zł

Prenumerata to: bezpośrednie do odmu, niezawodne i terminowe dostawy Praktycznego Elektronika

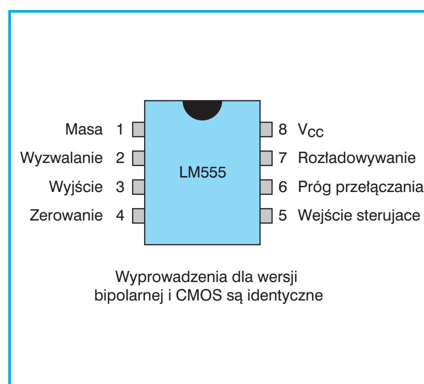
Pamiętaj! Pomyśl o tym już dziś!

kupon ważny do 20.06.2000r.

Katalog Praktycznego Elektronika
Tajmer 555

Tabela 1 – Parametry maksymalne

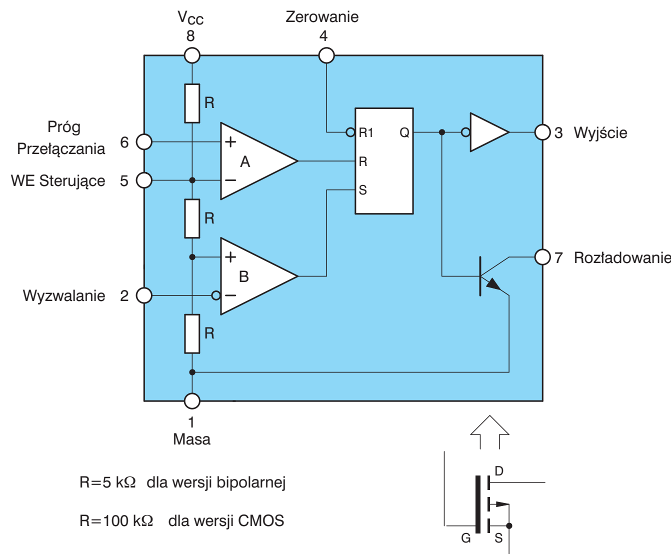
Symbol	Parametr	Bipolarny	CMOS
V_s	Napięcie zasilania pomiędzy Vcc i \T	18 V	15 V
I_{OUT}	Prąd wyjściowy (nóżka 3)	±200 mA	±100 mA
I_C	Prąd rozładowania kondensatora (nóżka 7)	200 mA	100 mA
P_{TOT}	Moc tracona	1180 mW	–
T_{op}	Zakres temperatur pracy	0÷70°C	–40÷+85°C
T_{STG}	Temperatura przechowywania	–65÷+150°C	–65÷+150°C
f_{max}	Maksymalna częstotliwość generacji	150 kHz	3,0 MHz



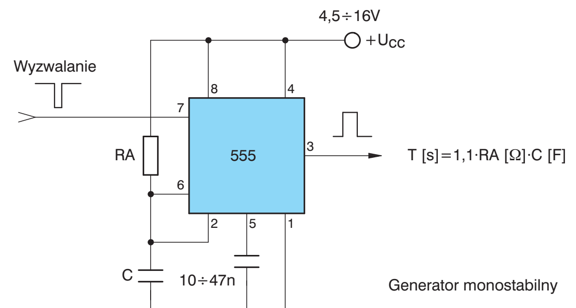
Wyprowadzenia dla wersji bipolarnej i CMOS są identyczne

Tabela 2 – Parametry charakterystyczne (V_{IN}=V+=V_c=12 V, V_{OUT}=5 V, I_L=1 mA, T_{amb}=25°C)

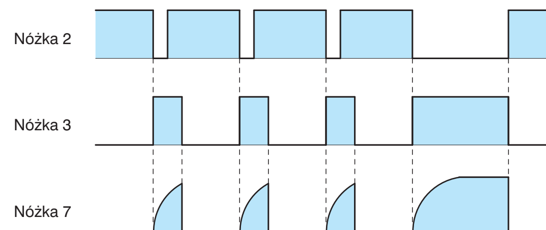
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Parametr	**Warunki pomiaru**	**Bipolarny**			**CMOS**			**Jednostka**
V_{cc} Napięcie zasilania		4,5		16	1,5		15	V
I_{cc} Prąd zasilania (wyjście w stanie niskim)	V_{cc}=1,5 V, R_L=∞ V_{cc}=5 V, R_L=∞ V_{cc}=12 V, R_L=∞ V_{cc}=15 V, R_L=∞		 3 10			0,05 0,1 0,15 	0,15 0,25 0,40 	mA mA mA mA
T_E Praca monostabilna Stałość temperaturowa czasu impulsu Stałość napięciowa czasu impulsu	RA=1÷100 kΩ C=0,1 μF 		 30 0,05			 – –		 ppm/°C %/V
Stałość temperaturowa częstotliwości Stałość napięciowa częstotliwości	RA, RB=1÷100 kΩ C=0,1 μF		90 0,15			75 0,3		ppm/°C %/V
V_T Próg przełączania (nóżka 6)			0,667			0,667		×V
I_T Prąd przełączania (nóżka 6)			0,1	0,25		10 pA		μA
V_{TR} Próg wyzwalania (nóżka 2)	V_{cc}=1,5 V V_{cc}=5 V V_{cc}=12 V V_{cc}=15 V	 4,8 1,45	 5,0 1,67	 5,2 1,9	0,4 3,7 	0,5 4,0 	0,6 4,3 	V V V V
I_{TR} Prąd wyzwalania			0,01	0,5		10 pA		μAV
V_R Napięcie zerowania (nóżka 4)		0,4	0,5	1,0	04	0,75	1,1	V
I_R Prąd zerowania (nóżka 4)			0,1	0,4		10 pA		mA
I_U Prąd upływu (nóżka 7)	Wyjście w stanie wysokim		1	100		1	100	nA
U_{SAT} Napięcie nasycenia (nóżka 7)	V_{cc}=1,5 V, I_7=1 mA V_{cc}=4,5 V, I_7=4,5 mA V_{cc}=5 V, I_7=10 mA V_{cc}=15 V, I_7=15 mA		 70 150	 100 –		75 150 	150 300 	mV mV mV mV
V_{OL} Napięcie wyjściowe w stanie niskim (nóżka 3)	V_{cc}=1,5 V, I_3=1 mA V_{cc}=5 V, I_3=8 mA V_{cc}=12 V, I_3=50 mA V_{cc}=15 V, I_3=100 mA V_{cc}=15 V, I_3=200 mA		 0,1 2,0 2,5	 0,25 2,2 –		0,2 0,3 1,0 	0,4 0,6 2,0 	V V V V V
V_{OH} Napięcie wyjściowe w stanie wysokim (nóżka 3)	V_{cc}=1,5 V, I_3=–0,25 mA V_{cc}=5 V, I_3=–2 mA V_{cc}=12 V, I_3=–10 mA V_{cc}=15 V, I_3=–100 mA V_{cc}=15 V, I_3=–200 mA	 3,0 13,0 –	 3,3 13,3 12,5		1,0 4,4 10,5 	1,25 4,7 11,3 		V V V V V

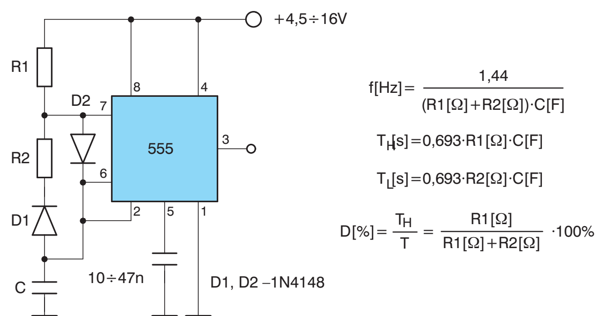


Tajmer 555 wewnętrzny schemat blokowy

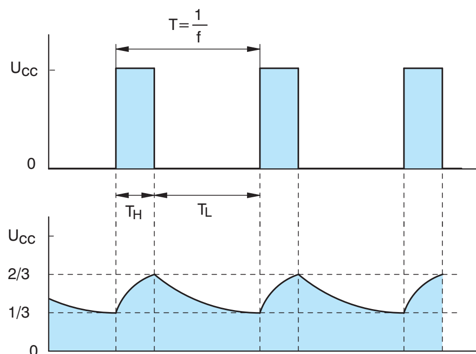


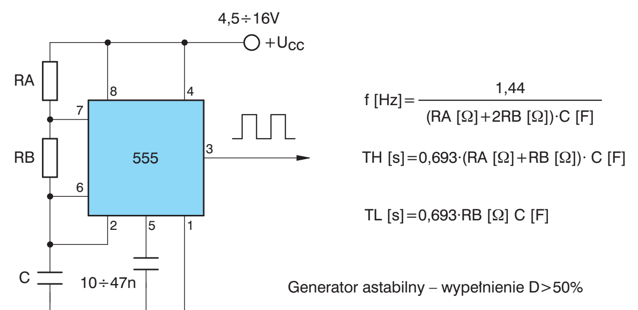
Generator monostabilny



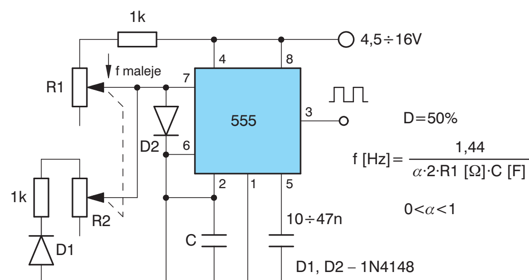


Generator o wypełnieniu w zakresie 0÷100%

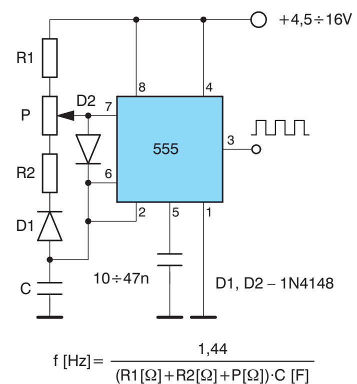




Generator astabilny – wypełnienie D>50%



Generator o regulowanej częstotliwości i stałym wypełnieniu D=50%



Generator o stałej częstotliwości i regulowanym wypełnieniu

GIEŁDA PE

SPRZEDAM

WYKRYWACZE metali 3 lata gwarancji, najniższa cena. Wysyłam informacje oraz zdjęcie tel. (0-32) 476-10-09

WYKRYWACZE metali impulsowe lub z rozróżnianiem, zasięg 5 metrów, gwarancja, sprzedam. Dokumentację wykrywaczy kupię, sprzedam, zamienię, tel. (0-18) 353-11-49

WYKRYWACZE metali PJ VLF dalekiego zasięgu do 1km na złoto-srebro. Informacje listowne, koperta zwrotna + 3 znaczki na listy. Kazimierz Tukałło ul. Katowicka 36/1 41-710 Ruda Śląska 10

WYKRYWACZE metali różnych typów-dokumentacje, schematy, kupię, wymienię sprzedam. Gotowe detektory oraz uruchomione płytki sprzedam, wymienię. Tel. 018-353-11-49. Gorlice

WYKRYWACZE metali schematy płytki sondy. Sprzedam-kupię-wymienię. Śmigła tylne od helikoptera sprzedam-wymienię na wykrywacze metali. Schemat ADS-7 i Lorentz kupię. Sylwester Królak. Ul. Wyki 19/6, 75-329 Koszalin. 094 341-28-13.

WYKRYWACZE metali VLF PJ dalekiego zasięgu do 1 km na złoto, srebro. Informacje koperta zwrotna + znaczki na listy. Jan Kazimierz Tukałło, ul. Katowicka 36/1, 41-710 Ruda Śląska 10.

WYKRYWACZE metali, schematy, sondy, płytki sprzedam-kupię-wymienię. Sondę wodną od OGF sprzedam. Schematy ADS-7 i Lorentz zdecydowanie kupię. Schematy georadarów i omnitronów wymienię, tel. (0-94) 341-28-13 Sylwester Królak ul. Wyki 19/6 75-329 Koszalin

ZASILACZ Voltcraft z płynną regulacją prądu i napięcia 0-30V/10A cena 800zł. Transformator 4kW stan b.dobry 150zł. Mg201A deck duża wieża, otvc Helios TC506 stan b.dobry 220zł. Andrzej Dołęcki

ul. Skwierzyńska 39/32 53-521 Wrocław tel. (0-71) 365-41-39

ZAMIAST dawno rozpracowanych, drogich "superautoalarmów" zamów tani (130zł z wysyłką) nietypowy (0 czujników, minimum przewodów) skuteczny. Zamontuj w aucie (łatwe!). Kompletny + pełna instrukcja. Dariusz Knull ul. Rymera 4A.5 41-800 Zabrze

ZDALNE sterowanie (SAA1251) 25zł, tonery do OL400/800 60zł, bazę (w MSACCES) artykuły, porady... z SE, PE itp. 20zł. Luźne nr EP, PE itd. ksero artykułów. Schematy 50gr A4 tel. (0-95) 73-51-713

KUPIĘ

SCHEMATY układów dręczących i radiotelefonów na zasięg 5 km dla elektronika amatora. Aleksander Kominek Cieciszów 10, 67-300 Szprotawa

SONY Playstation, oferty z ceną na adres Jacek Bartkowiak, Wola Książęca 25, 63-220 Kotlin, tel. 0603118073

DOBRY układ scalony NE555-CMOS. Koszt przesyłki pocztą pokryję i dopłacę 2 zł za układ. Mateusz Chmielowiec, Wola Wielka 131, 37-610 Narol

SCHEMAT wzmacniacza estradowego z mikserem „We"-CD. i Mic o mocy od 100 W÷300 W. Produkcji polskiej, końcówka mocy na tranzystorach. Kupię taki wzmacniacz uszkodzony tanio. Jurek (074) 8513367

PILNIE nr Radioelektronik 4/77; 12/79; 3/80; 6/80, lub ksero schematów Amator-stereo, Radmor 5102, zodiak DSS-401; DS-402, Finezja M536D. Oferty z ceną na adres: Ryszrd Kujawa, Os. Wiślana 11/9, 08 520 Dęblin, (081) 883 26 63

3 SCALAKI U6047. Oferty z ceną kierować na adres: A.K. 15-669 Białystok, ul. Słonecznikowa 25/21

WYSOKIEJ klasy głowicę UKF. Sprzedam do przestrajania wobuloskop 0,1÷450MHz, gener. 1÷512MHz, miernik zniekształceń PMZ11, multimetr V640 uszk. Ukł HLY7006 do V640. Stefan Kuczera, 032 23598 29, 0605326360.

SCHEMAT serwisowy oscyloskopu produkcji węgierskiej Transiscope-D type TR-4650. Grzegorz Wasilewski ul. Jaworow 14 26-110 Skarżysko-Kamienna

SŁUCHAWKĘ do telefonu bezprzewodowego Panasonic model KX-T9200PD. Krzysztof Nytko ul. Leśna 15/55 33-100 Tarnów (0-14) 627-27-95

STACJĘ dysków 3" z interfejsem, joystick, programy na kasetach i dyskach, czyste dyski, drukarkę ZX PRINTER lub SEIKOSHA GP50A do komputera TI-

UWAGA!!! Tanie ogłoszenia ramkowe w rubryce Giełda PE!!!

Ogłoszenia mogą mieć typową szerokość jednej szpalty tzn. 56 mm, ich wysokość ogranicza jedynie wysokość strony. Minimalna wysokość ramki to 1 cm. Cena ogłoszenia ramkowego wynosi 20 zł + 22% podatku VAT za każdy rozpoczęty centymetr wysokości. Oferta skierowana jest do osób fizycznych i firm zamieszczające ogłoszenia w celach zarobkowych.

Materiał reklamowy może być dostarczany w formie elektronicznej lub projektu graficznego na papierze. Materiały można dostarczać pocztą na dyskietkach 3,5'' (1,44 MB), wraz z wydrukiem próbnym reklamy. Pliki o rozmiarach nie przekraczających 500 kB (po skompresowaniu archiwizerem pkzip, arj lub rar) można dostarczyć pocztą elektroniczną na adres reklama@pe.com.pl. Należność za płatne ogłoszenia ramkowe może być uregulowana przelewem na konto: WBK S.A. II/O Zielona Góra nr 10901636-102847-128-00-0 lub przekazem na adres redakcji.

Giełda PE

Kupon zamówienia na płatne ogłoszenie ramkowe w rubryce giełda PE

Zamawiam płatne ogłoszenie ramkowe
o wysokości: ....cm,
w numerach: ....PE

Numer NIP: ....

Oświadczam, że Nasza firma jest upoważniona do otrzymywania i wystawiania faktur VAT.
Upoważniamy firmę ARTKELE Wydawnictwo Techniczne do wystawiania faktur VAT bez naszego podpisu.

pieczęć firmy
z nazwą i adresem

....
Czytelny podpis zamawiającego

Giełda PE

Bezpłatne ogłoszenia drobne wyłącznie dla osób fizycznych

Zaznacz rubrykę w której ma zostać zamieszczone ogłoszenie

☐ Sprzedam ☐ Poszukuję
☐ Kupię ☐ Zamienię ☐ Inne

Kupon ważny do 20.06.2000

Kupony prosimy przesyłać w kopercie z dopiskiem GIEŁDA PE

MEX Computer 2048. ZS Nr2 Kazimierz Duda ul. Wiejska 11 14-202 Iława tel. (0-89) 649-56-61

TRANSCEIVERY CB President Herbert, Alan 38, Alan 78, Alan 80, stany dobre. Kupię wskaźnik ze skalą do multimetru UM-112. Aleksander tel. (0-75) 732-51-26

TRANZYSTOR ZSC1942, układy MCY74541 lub zamienię na gazety Praktyczny Elektronik 12/95, 3/92, 3/97, 12/96, 4/98, 3/99. Beniamin Zganiacz ul. Sobieskiego 11/9 67-300 Szprotawa tel. (068) 376-40-37

ZDECYDOWANIE falomierz. Nawiążę kontakt z osobami które uruchamiały radiopowiadomienie z PE nr 6/7 1998r. tel. (0-63) 244-80-45

POSZUKUJĘ

INFORMACJI gdzie można kupić elementy: MC68HCO5EO oraz TDA733OB i wyświatlacz HC1613 do dekodera RDS opisanego w PE02/98. Proszę o kontakt. Łukasz Przyborek, ul. Modrzewiowa 1G/3, 05-622 Belsk Duży. (048) 6610217

SCHEMATU OTVC Spectra Voyager 2155T, może być ksero. Bogusław Galik, Gortatów 34, 46-211 Kujakowice Górne, tel. 0-77 4131323.

BARDZO pilnie schematu do oscyloskopu STD501XY szczególnie trafo wysokiego nap. Bardzo zależy mi na kupieniu tego transformatora lub danych na jego temat. Marek Abramczuk ul. Majowa 96A/1 97-200 Tomaszów Maz. tel. (0-44) 725-09-44

URZĄDZEŃ lub tylko układów do przesyłania danych pomiędzy komputerami lub ogólnie między sieciami LAN drogą radiową. Bardzo proszę o maile!!! Piotr Poliszuk m3vlin@haxors.dhs.org

UKŁADU CXA 1213 AS. Stanisław Józefczuk Włodawa tel. (0-82) 572-23-81

ZAMIENIĘ

RADIOSTACJĘ R105, magnetofony szpulowe ARIA, MAK-S, M2405-S zamienię na odbiornik nasłuchowy KF lub drukarkę atramentową do Amigi, lub inne propozycje. Tel. 062/7216224

ZA kartę blizzard do A 1200 oddam kamerę Lomo i Lampy elektronowe lub kupię. Może być bez simów. Lampy nowe i używane więcej po przesłaniu kartki ze znaczkiem. Kupię magazyny Amiga 92÷94. T. Tenday, Zamoysskiego 180/13, 59 920 Bogatynia.

INNE

W prosty sposób przestroisz odb. radiowy na górny UKF bez potrzeby wymiany głowicy czy też montażu konwertera. Info gratis kop.zwr+zn. Kołacz Mariusz ul. Chwałki 46 27-600 Sandomierz

OD marca 2000 r. tracą aktualność (czasowo) wszystkie moje ogłoszenia (za co potencjalnych zainteresowanych przepraszam-również za brak odpowiedzi=oferta jest nieaktualna). Dariusz Knull

FILTRY 208BLR 3152N 2 szt. lub BLR3107N 1 szt. Mogą być podobne, ale z opisem. Scalony wzmacniacz STK8250II 1 szt. lub jego opis i schemat. Paweł Kiesiak, Chełmek 53, 67-108 Lubięcin

JEŚLI posiadasz odbiornik radiowy ze starym zakresem UKF, a chciałbyś go przestroić na pasmo

88÷108 MHz i nie wiesz jak, to napisz. Info gratis po otrzymaniu koperty ze znaczkiem. Mariusz Kołacz, ul. Chwałki 46, 26 600 Sandomierz

PRZYJMĘ montaż urządzeń elektronicznych. Przemysław Pisula, ul. Poznańska 27, 64-500 Szamotuły

PODEJMĘ się montażu elektronicznego lub elektromechanicznego z podzespołów powierzonych tel. 0 603442733, e-mail: www.text.plusgsm.pl./sms/

BRÜCKMANA: elektronika-układy RTV-UKF-inne. Porady darmo-też listowne, każdy temat. Poznański al. Kijowska 13/10. 30-079 Kraków. Tel: 012-6378612. Masz problem-dzwoń-od 8.00 do 21.00

GSM - oprogramowanie: SIMlocki, blokady-najnowsze modele, loga, melodie, klonowanie kart SIM, schematy kart SIM, Radio code-wszystko na 1CD.-najtaniej! Tel:0603623141. Zadzwoń.

POWSTAJE strona o CA80. Szukam użytkowników tego mikrokomputera. Piszcie - prkan@post.pl. lub na adres domowy. Przemysław Kanikowski, Mickiewicza 38/9, 70-386 Szczecin

URUCHOMIĘ kodowany radioodtwarzacz samochodowy. Kontakt telefoniczny (0-52) 353-08-54 lub (0-601) 642-780

URUCHOMIĘ kodowany radioodtwarzacz, telefon komórkowy I.T.P. kontakt telefoniczny (0-52) 353-08-54 lub (0-601) 642-780

URUCHOMIĘ radio kodowane, telefon komórkowy itp. Kontakt telefoniczny 052 353 08 54 lub 0601 642 780

W prosty sposób przestroisz odb. Radiowy na górny **UKF** bez potrzeby wymiany głowicy czy też montażu konwertera. Info gratis kop.zwr+zn. Kołacz Mariusz ul. Chwałki 46, 27-600 Sandomierz

WYKONAM w krótkim terminie płyty czołowe, tabliczki znamionowe i opisowe na folii samoprzylepnej, blasze aluminiowej lub plexi wg indywidualnego projektu karty gwaranc. tel. (0-604) 815-033

ZMONTUJĘ pracę dyplomową i napiszę. Przyjmę pracę chałupniczą z powierzonych elementów elektronicznych, tel. (0-22) 658-11-59 po godz. 20.00 Jacek

PRACA

CHAŁUPNICZA w 100% legalna, przy adresowaniu kopert. Zarobki do 2.000 zł miesięcznie. Proszę dołączyć 2 znaczki na list i zaadresowaną kopertę. Jacek Tumidaj, ul. Kujawska 6, 44-100 Gliwice

W DOMU NA UMOWĘ BEZ KAUCJI. Zarobek 2.000 zł. Informacja bezpłatna. Proszę o kopertę zwrotną i 2 znaczki na list zwykły. Satysfakcja z pracy gwarantowana. Arkadiusz Wyleżoł, ul. Mariańska 43/6, 41-501 Chorzów

Treść ogłoszenia:

Ogłoszenia ramkowe w Giełdzie PE

....

Do zamówienia dołączam:

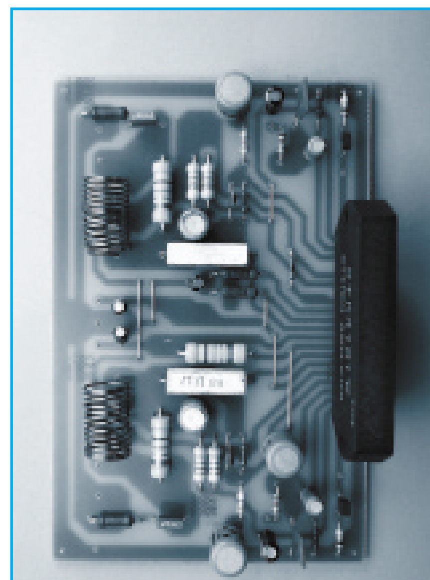
☐ dyskietkę ☐ rysunek ☐ inne ....
☐ zdjęcie ☐ e-mail ....

wysokość dowolna min. 10 mm

szerokość 56 mm

Niechaj moc 2×120 W będzie z tobą

Ten dziwny tytuł nie ma nic wspólnego z mieczami świetlnymi, potworami typu Jabba, Lordem Vader'em, ani nawet z R2-D2, nie ma nic wspólnego z Wojnami Gwiezdnymi. Jest to po prostu opis wzmacniacza bardzo dużej mocy. Większość wzmacniaczy dostępnych na naszym rynku charakteryzuje się małą rzeczywistą mocą wyjściową, która w „papierach” i na opakowaniach zamienia się na wręcz „gigantyczną”. W rzeczywistości ciężko jest znaleźć wzmacniacz o rzeczywistej mocy sinusoidalnej przekraczającej 100 W. Jeżeli już taki się przydarzy to kosztuje on majątek. Mimo, że konstrukcja opisanego wzmacniacza jest prosta także on nie kosztuje zbyt mało, ale dużo mniej niż wzmacniacz fabryczny, dlatego warto się pokusić o zbudowanie tego cacka.



Pewnego dnia odwiedził mnie kolega, siedząc i rozmawiając słuchaliśmy nowej płyty, którą sobie niedawno sprawiłem. Zachwycając się muzyka w pewnym momencie podkręciłem trochę głośność, aby zademonstrować szczególnie fajny kawałek. Kolegę nie wciągnęła jednak muzyka tylko mój wzmacniacz. Przyznał on, że brzmienie i „depnięcie” jest rewelacyjne. Natomiast w jego wzmacniaczu „cała reszta” jest w porządku, ale przy większej mocy wzmacniacz się „przydławia”. Odpowiedziałem mu, że niestety 60-siątki tak mają (kolega ma wzmacniacz zadeklarowany przez producenta jako 60 W). Jak to – odrzekł – twój ma tylko 100 W. Nie – odpowiedziałem – mój ma 500 W. Jak to pięćset wat – zdziwił się kolega – mówiłeś, że sto. Jeżeli mój ma sto – odparłem – to twój ma piętnaście, mierzmy tą samą miarą.

Rys. 1 Wewnętrzny schemat ideowy wzmacniacza mocy STK 42xxV (STK 42xxII)

Mniej więcej tak wyglądała nasza rozmowa. Rzeczywiście mój wzmacniacz produkcji DIORA S.A. ma rzeczywistą moc sinusoidalną 100 W. Ten sam wzmacniacz sprzedawany w Europie Zachodniej jest już reklamowany jako wzmacniacz o mocy 500 W. Wygląda na to, że wzmacniacz kolegi, reklamowany tak jak na zachodzie, ma 60 W czyli w rzeczywistości ok. 15÷20 W, w porywach 30 W. Przy większej mocy wyjściowej następuje przesterowanie stopnia końcowego i „przytykanie" się wzmacniacza. Po krótkim namyśle postanowiliśmy rozwiązać problem i zbudować we własnym zakresie sam wzmacniacz mocy.

Przyglądając się współczesnym wzmacniaczom mocy można zauważyć tendencję stosowania w nich układów scalonych. Możliwe są dwa rozwiązania. We wzmacniaczach mniejszej mocy stosuje się układy monolityczne, czyli zbudowane na jednym krysztale półprzewodnika. Wzmacniacze większych mocy wykorzystują z reguły układy hybrydowe, składające się z odrębnych elementów (tranzystorów, rezystorów i diod) zamkniętych we wspólnej hermetycznej obudowie. Przy obu rozwiązaniach liczba zewnętrznych elementów jest minimalna.

Ponieważ w moim wzmacniaczu zastosowano układy hybrydowe firmy Sanyo, a kiedyś dawno temu podziwiałem brzmienie wzmacniacza w radiu Elizabeth, w którym także zastosowano wzmacniacze hybrydowe tej firmy, nie musiałem długo decydować się na wybór układu, tym bardziej, że jeden z Czytelników przysłał mi dane katalogowe tego czego poszukiwałem, podwójnego wzmacniacza o mocy wyjściowej 2×120 W – istne cudo STK 4241V.

Wewnętrzny schemat ideowy wzmacniacza zamieszczony jest na rysunku 1. Przyglądając się schematowi nie widać na nim żadnych nowości układowych, jest to w gruncie rzeczy sprawdzony klasyczny układ. Jako że jestem tradycjonalistą odpowiada mi to, gdyż modne rozwiązania szybko i po cichutku odchodzą do lamusa, a stare, sprawdzone i dobre powracają wciąż do łask.

Na wejściu wzmacniacza umieszczono napięciowy wzmacniacz różnicowy T4 i T5. Dążąc do uzyskania jak najlepszych parametrów tego stopnia w emiterach tranzystorów wzmacniacza różnicowego umieszczono źródło prądowe z tranzystorem T6. Prąd tego źródła określony jest wartością rezystora R4. Polaryzację tranzystora T6 zapewnia rezystor R11 i diody D1 wspólne dla obu kanałów wzmacniacza. Drugą zaletą zastosowania źródła prądowego jest zmniejszenie wpływu tętnień napięcia zasilania na stopień wejściowy, co wydatnie poprawia parametry wzmacniacza.

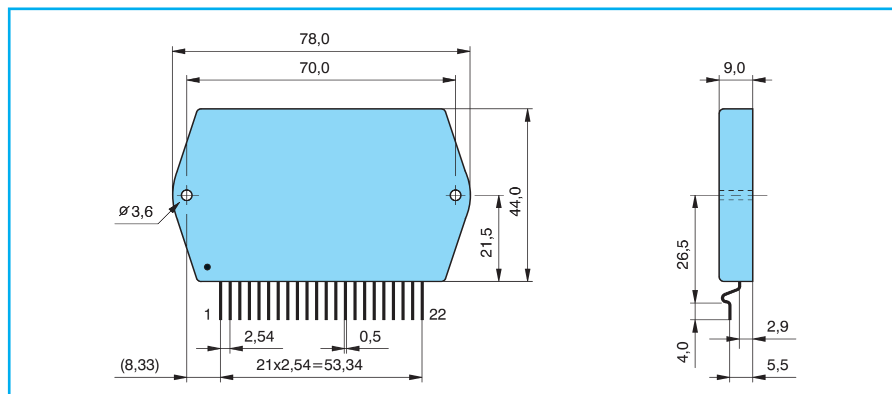
W obciążeniu stopnia różnicowego umieszczono zwierciadło prądowe T1 i T2. Układ ten posiada wiele zalet takich jak bardzo wysoka impedancja, umożliwiająca uzyskanie wzmocnienia rzędu 60 dB w jednym tylko stopniu różnicowym. Drugą zaletą jest bardzo mały spadek napięcia na zwierciadle prądowym równy napięciu baza-emiter tranzystora T2, dzięki czemu osiąga się dużą użyteczną amplitudę na wyjściu wzmacniacza mocy. Dla uzyskania jak najlepszych parametrów zwierciadła wymagane jest aby tranzystory T1 i T2 były niemal identyczne i połączone ze sobą termicznie, co w układzie hybrydowym jest spełnione (być może T1 i T2 są tranzystorem podwójnym wykonanym na jednym kawałku krzemu). W gorszej wersji układu STK 4241II w obciążeniu stopnia różnicowego zastosowano rezystor R1, co wpłynęło na większe zniekształcenia nieliniowe tego wzmacniacza (fragment schematu w ramce rys. 1).

Drugim stopniem wzmacniającym jest tzw. driver, czyli wzmacniacz o znacznie mniejszym już wzmocnieniu w którym pracuje tranzystor T3. W obciążeniu tego tranzystora znajduje się źródło napięciowe i dynamiczne źródło prądowe. Źródło napięciowe składa się z tranzystora Darlingtona T7 i rezystorów R5 i R6. Jednym zadaniem tego układu jest wytworzenie napięcia niezbędnego do polaryzacji wstępnej tranzystorów stopnia końcowego. Drugim zadaniem jest kompensacja napięcia polaryzacji w funkcji temperatury, ale o tym za chwilę.

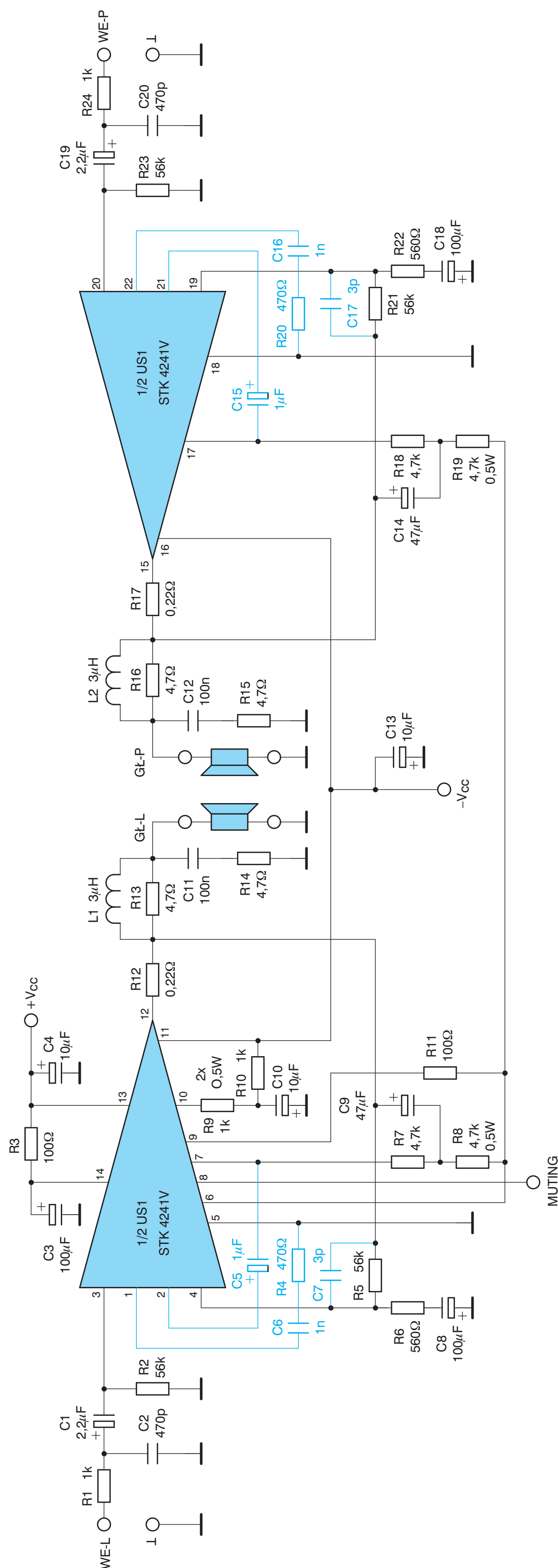
Dynamiczne źródło prądowe (bootstrap) tworzą zewnętrzne elementy R7, R8 i C9 (rys. 3). Kondensator C9 z jednej strony podłączony jest do wyjścia wzmacniacza a z drugiej do wspólnego punktu rezystorów R7 i R8 (rys. 3). Dzięki temu napięcie w punkcie połączenia rezystorów zmienia się w takt napięcia na wyjściu wzmacniacza. W efekcie tego prąd płynący przez rezystor R7 jest stały, bez względu na chwilową wartość napięcia wyjściowego. Sprawia to, że mimo niewielkiej wartości rezystora R7 jego rezystancja dla prądu zmiennego wzrasta wielokrotnie, podobnie jak w klasycznym źródle prądowym. Pozwala to na zwiększenie wzmocnienia draivera. Z drugiej strony driver posiada lokalne sprzężenie zwrotne w postaci rezystora emiterowego R3. Wszystko to sprawia, że stopień osiąga wzmocnienie rzędu 30 dB zapewniając równocześnie minimalne zniekształcenia nieliniowe. Kondensator C1 pełni funkcję elementu kompensacji częstotliwościowej i zapewnia stabilność wzmacniacza. Zastosowania źródła dynamicznego zamiast klasycznego źródła prądowego było zapewne podyktowane większym zakresem napięć wyjściowych uzyskiwanych w tym układzie.

Stopień mocy jak w olbrzymiej większości wzmacniaczy pracuje w układzie przeciwsobnym i jest wtórnikiem napięciowym (wzmacniaczem prądu). W skład tego stopnia wchodzą tranzystory T8 i T9 dla górnej połówki oraz T10 i T11 dla dolnej. Rezystory R7 i R9 mają za zadanie zlinearyzowanie charakterystyk wejściowych tranzystorów mocy. Kondensatory C2 i C3 poprawiają pracę stopnia końcowego przy wyższych częstotliwościach, dzięki temu lepsza jest odpowiedź impulsowa wzmacniacza.

Tranzystory mocy pracują w układach Darlingtona. Stopień jest kwazi komplementarny. Oznacza to że końcowe



Rys. 2 Wymiary obudowy STK 4241



Rys. 3 Wygląd obudowy układu STK 42xx

tranzystory T9 i T11 posiadają ten sam typ przewodnictwa. Zaletą tego układu jest możliwość dobrania dwóch tranzystorów o bardzo zbliżonych do siebie charakterystykach, co wpływa na zmniejszenie zniekształceń, zwłaszcza szczególnie dobrze wyłapywanych przez ucho nieparzystych harmonicznych. O staranności dobierania tranzystorów może świadczyć fakt braku rezystorów w emiterach T9 i T11 (ich rolę w niewielkim stopniu przejmują R7 i R9). Dioda D2 wprowadza symetrię do obu połówek stopnia końcowego widzianą od strony drivera, a przede wszystkim pełni funkcję w układzie temperaturowej kompensacji prądu spoczynkowego imitując złącze baza emiter tranzystora.

Powróćmy teraz do źródła napięciowego. Z uwagi na to, że tranzystory bipolarne zaczynają przewodzić, gdy napięcie baza-emiter przekroczy wartość ok. 0,6 V konieczne jest wstępne spolaryzowanie tranzystorów końcowych, aby zaczął przez nie płynąć niewielki prąd spoczynkowy. Uzyskuje się w ten sposób bardzo dużą redukcję zniekształceń. W układzie takim jak na rys. 1 wstępne napięcie polaryzacji stopnia końcowego powinno wynosić ok. 4×0,6 V=2,4 V. Zadanie to spełnia źródło napięciowe utrzymujące tą właśnie wartość napięcia, bez względu na chwilową wartość zmiennego napięcia wyjściowego. W układzie aplikacyjnym dla poprawienia niskiej impedancji dynamicznej źródła napięciowego dla wyższych częstotliwości zablokowano je dodatkowo kondensatorem elektrolitycznym C5 (rys. 3).

Niestety napięcie baza-emiter tranzystorów bipolarnych zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury o około 2,3 mV/°C (dla czterech tranzystorów końcowych daje to już prawie 10 mV/°C). Powoduje to groźne zjawisko zwiększania się prądu spoczynkowego stopnia końcowego w miarę rozgrzewania się układu podczas pracy. Powstaje wtedy dodatnie termiczne sprzężenie zwrotne mogące doprowadzić do uszkodzenia układu. Dlatego też źródło napięciowe jest zaprojektowane w taki sposób, aby ze wzrostem temperatury wartość napięcia polaryzującego malała o pożądaną wartość. Do tego celu wykorzystuje się podaną zmianę wartości napięcia baza-emiter tranzystora T7, który jest termicznie sprzężony z tranzystorami stopnia mocy. Wielkość napięcia polaryzującego stopień końcowy dobierana jest w procesie produkcji przez (najprawdopodob-

niej) laserowe „docinanie” jednego z rezystorów R5 lub R6, tak aby uzyskać nominalny prąd spoczynkowy ok. 40 mA.

Warto zwrócić uwagę na brak wewnętrznego zabezpieczenia wzmacniacza przed zwarciem wyjścia do masy. Układy zabezpieczenia wprowadzają dodatkowe zniekształcenia o przebiegu wyjściowego zwłaszcza przy mocach wyjściowych zbliżonych do maksymalnych. Tranzystory mocy posiadają duży zapas po stronie maksymalnego prądu kolektora, co w pewnym zakresie zabezpiecza układ przed uszkodzeniem przy krótkotrwałym (<0,5 sek) zwarciu wyjścia do masy. Przy normalnej pracy wzmacniacza taka groźba jest minimalna. Wystarczy tylko przestrzegać elementarnych zasad ostrożności a wzmacniaczowi nic się nie stanie.

Wzmacniacz wyposażono także w funkcję wyciszania. Wyciszenie uzyskuje się podając na wejście MUTE napięcie ujemne –10 V.

Parametry układu pokazują, że stare rozwiązania i współczesne doskonałe elementy i technologie tworzą świetny mariaż dając w efekcie wyrób najwyższej klasy.

Wzmacniacz (a właściwie dwa wzmacniacze) umieszczony jest w obudowie plastikowej i posiada 22 wyprowadzenia. Tylna część obudowy wykonana jest z płytki metalowej która łączy się z radiatorem odprowadzając ciepło. Wymiary obudowy podano na rysunku 2.

Schemat ideowy wzmacniacza przedstawiono na rysunku 3. Część z występujących tu elementów omówiono już przy okazji opisu schematu wewnętrznego. Pozostaje do omówienia kilka pozostałych elementów.

Rezystor R1 i kondensator C2 tworzą filtr dolnoprzepustowy eliminujący szumy wysokoczęstotliwościowe i zakłócenia jakie mogą przedostać się na wejście. Rezystor R2 zapewnia polaryzację wejścia nieodwracającego wzmacniacza. Rezystor R3 i kondensator C3 pełnią funkcję filtru tętnień napięcia zasilania zmniejszając ich wpływ na pracę stopnia różnicowego. Taką samą funkcję spełnia R9, R10 i C10 wraz z wewnętrznym tranzystorem). Rezystor R4 i kondensator C6 tworzą układ kompensacji częstotliwościowej. Rezystory R5 i R6 określają wzmocnienie napięciowe wzmacniacza (w tym przypadku na 40 dB), co zapewnia czułość wejściową 300 mV.

Szerszego omówienia wymagają elementy umieszczone na wyjściu wzmacniacza. Rezystor R12 chroni wzmacniacz przed krótkotrwałym zwarciem wyjścia do masy ograniczając prąd udarowy płynący przez tranzystory końcowe.

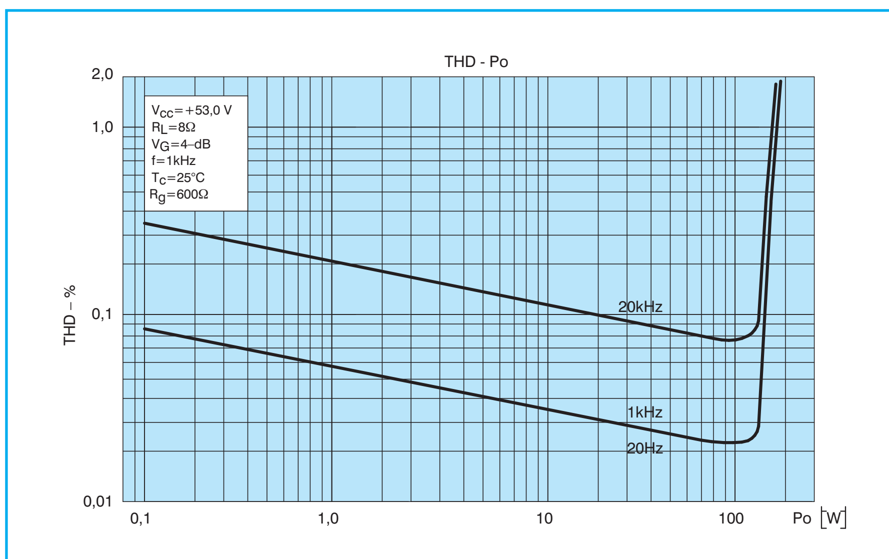
W rzeczywistych warunkach pracy wzmacniacz mocy obciążony jest kolumną głośnikową. Przedstawia ona sobą nie czystą rezystancję, lecz impedancję której charakter zmienia się wraz z częstotliwością z pojemnościowego na indukcyjny. Taki rodzaj obciążenia może doprowadzić do wzbudzenia się wzmacniacza na częstotliwościach ponadakustycznych prowadząc w konsekwencji do uszkodzenia wzmacniacza lub głośników wysokotonowych w kolumnach. Klasycznym zabezpieczeniem przed wzbudzeniami jest zastosowanie włączonego równolegle do obciążenia obwodu RC (R14, C11) minimalizującego wzrost impedancji zestawu głośnikowego dla dużych częstotliwości. Wzbudzenia mogą także zostać wywołane przez pojemnościowy charakter obciążenia wprowadzany przez rozbudowane zestawy filtrów rozdzielających w kolumnach głośnikowych. Wzbudzeniu zapobiega niewielka włączona szeregowo z obciążeniem indukcyjność rzędu 3÷5 µH (L1). Z kolei rezystor R13 ogranicza wpływ indukcyjności dla wyższych częstotliwości.

Jak już wcześniej wspomniano układ STK występuje w dwóch wersjach o tym samym symbolu literowo-cyfrowym, różniących się cyframi rzymskimi. Wersje z symbolem „II” charakteryzują się większymi zniekształceniami 0,4% a wersje z symbolem „V” mniejszymi 0,08%. Na schemacie ideowym rys. 3 kolorem niebieskim zaznaczono elementy które ni występują w przypadku stosowania układu w wersji „II”. Obudowy i wyprowadzenia układów dla obu wersji są identyczne. Zniekształcenia w funkcji mocy wyjściowej dla układu STK 4241V przedstawiono na rysunku 4.

Oprócz układu STK 4241 dostępna jest cała rodzina układów o mniejszych mocach (także wykonywana w dwóch wersjach „II” i „V”). Podstawowe dane przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1 – Podstawowe dane wzmacniaczy mocy serii STK 42xxV

		4201	4211	4221	4231	4241
Vcc max	V	±55	±60	±65	±75	±87
Vcc	V	±38	±42	±45	±51	±55
R_L	Ω	8	8	8	8	8
P_o	W	2×60	2×70	2×80	2×100	2×120
THD	%	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
f_g	kHz	>55	>55	>55	>55	>55

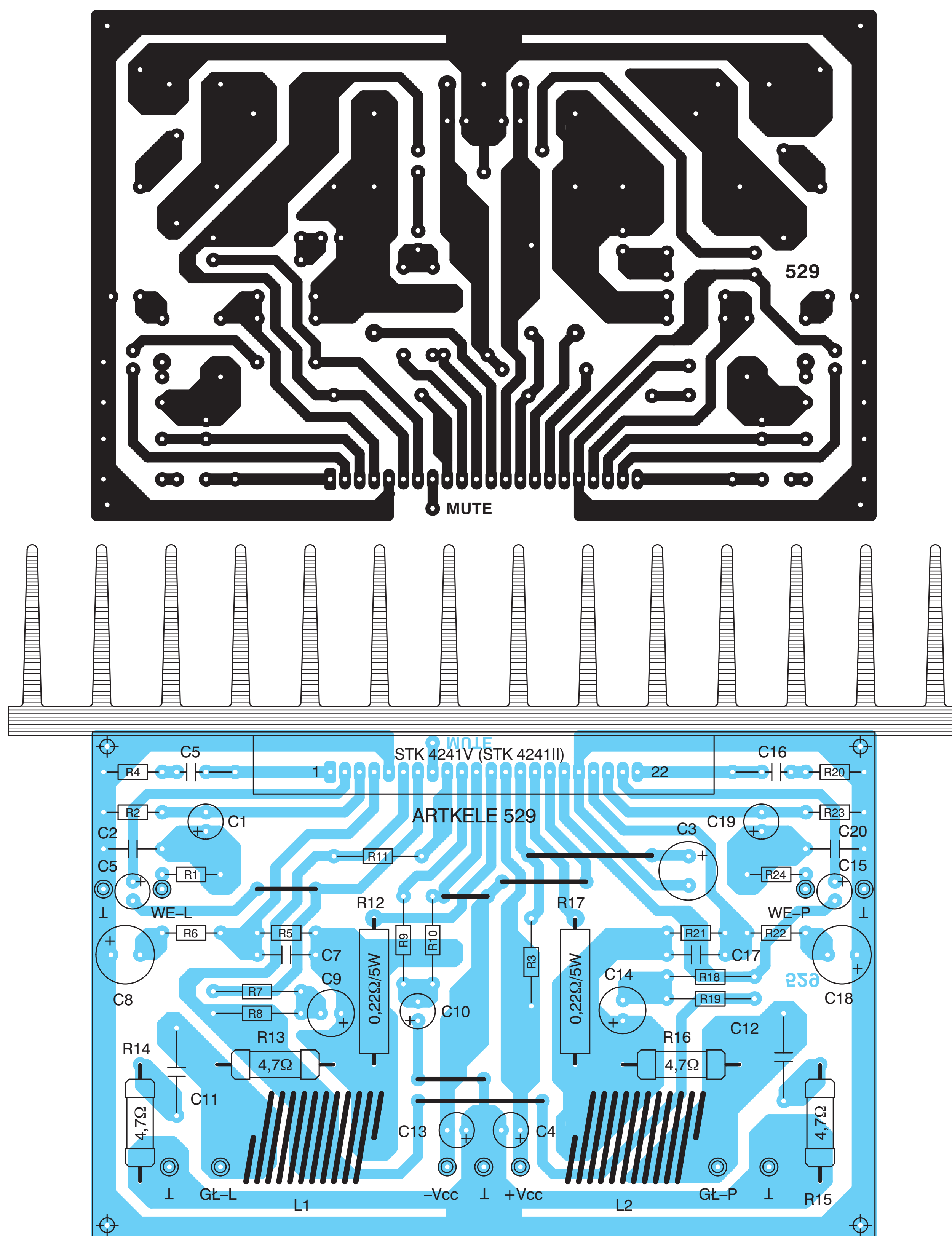


Rys. 4 Zniekształcenia w funkcji mocy wyjściowej dla układu STK 4241V

Montaż i uruchomienie

Wzmacniacz umieszczono na płytce drukowanej przedstawionej na rysunku 5. Na płytce nie ma elementów zasilacza. Kondensatory filtru zasilacza powinny mieć wartość pojemności 10.000 µF i odpowiednio wysokie (w zależności od napięcia zasilania) napięcie nominalne. Dla wersji STK 42xxII na płytce nie montuje się elementów które są zaznaczone kolorem niebieskim na schemacie ideowym.

Wzmacniacz o mocy 2×120 W podczas pracy wydziela duże ilości ciepła rzędu 140 W. Wymaga to zastosowania odpowiednio dużego radiatora. Najbardziej rozsądnym wyjściem jest zamontowanie wzmacniacza na radiatorze jedno-



Rys. 5 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

stronnie żebrowanym o wysokości 10 cm. Taki radiator wystarczy tylko do wzmacniacza o mocy 2×70 W. Wszystkie wzmacniacze o wyższej mocy wymagają zastosowania radiatora o większej powierzchni, co jest jednak kłopotliwe. Dlatego też najlepszym rozwiązaniem będzie umieszczenie na radiatorze dwóch wentylatorków komputerowych włączanych przy osiągnięciu temperatury radiatora ok. 60°C. Można tu wykorzystać układ opisany w PE 11/99 w artykule pt. „Dwuprogowy sygnalizator temperatury – włącznik wentylatora w komputerze”. Miejsce połączenia radiatora z układem należy obowiązkowo, dokładnie posmarować smarem silikonowym.

Cewka L1 wykonana jest jako powietrzna. Na rurce (wiertle, pisaku) o średnicy 15 mm nawija się 18 zwojów drutem o średnicy 1 mm. Zwoje muszą być nawinięte obok siebie.

Wzmacniacz nie wymaga żadnego uruchamiania i jest gotowy od razu do pracy. Jednakże przed włączeniem należy kilka razy sprawdzić poprawność montażu.

Na sam koniec jeszcze jedna zbawienna uwaga. Wzmacniacze mocy nie pobierają nigdy przez dłuższy czas pełnej mocy. Wynika to ze statystycznego rozkładu widma mocy sygnałów akustycznych. Dlatego też do zasilania można wykorzystać transformator o znacznie mniejszej mocy niż wynika to z obliczeń w stanie ustalonym. Idealnie do tego celu nadają się transformatory toroidalne, które są bardzo odporne na przeciążenia i ich charakterystyka prądowo-napięciowa jest bardzo płaska. Wystarczy aby moc transformatora była w przybliżeniu równa mocy kanałów lewego i prawego (może nawet wynosić 80% mocy nominalnej). Dla wzmacniacza 2×120 W wystarczający jest transformator o mocy 200÷240 W. Można też zastosować dwa mniejsze transformatory z pojedynczymi uzwojeniami. Natomiast kondensatory filtru w zasilaczu powinny mieć odpowiednio dużą pojemność 10.000÷20.000 μF.

Napięcie stałe na wyjściu zasilacza bez obciążenia w żadnym wypadku nie może przekraczać wartości $V_{cc\ max}$ podanej w Tabeli 1 dla danego typu układu.

Należy mieć także na uwadze to, iż we wzmacniaczu występuje bardzo wysokie stałe napięcie zasilające 100 V. Dlatego też konieczne jest zachowanie dużej ostrożności.

Wykaz elementów

Półprzewodniki	
US1	– STK 42xx
Rezystory	
R12, R17	– 0,22 Ω/5 W
R13÷R16	– 4,7 Ω/2 W
R3, R11	– 100 Ω/0,25 W
R4, R20	– 470 Ω/0,125 W patrz opis w tekście
Rezystory cd.	
R6, R22	– 560 Ω/0,125 W
R1, R24	– 1 k Ω/0,125 W
R9, R10	– 1 k Ω/0,5 W
R7, R18	– 4,7 kΩ/0,25 W
R8, R19	– 4,7 kΩ/0,5 W
R2, R5, R21, R23	– 56 kΩ/0,125 W
Kondensatory	
C7, C17	– 3 pF/50 V ceramiczny, patrz opis w tekście
C2, C20	– 470 pF/50 V ceramiczny
C6, C16	– 1 nF/100 V KSF-020-ZM patrz opis w tekście
C11, C12	– 100 nF/100 V MKSE-20
C1, C19	– 2,2 μF/50 V
C5, C15	– 1 μF/63 V patrz opis w tekście
C4, C10, C13	– 10 μF/63 V
C9, C14	– 47 μF/63 V
C8, C18	– 100 μF/16 V
C3	– 100 μF/63 V
Inne	
L1, L2	– patrz opis w tekście
płytka drukowana numer 529	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 529 – 9,85 zł + koszty wysyłki.

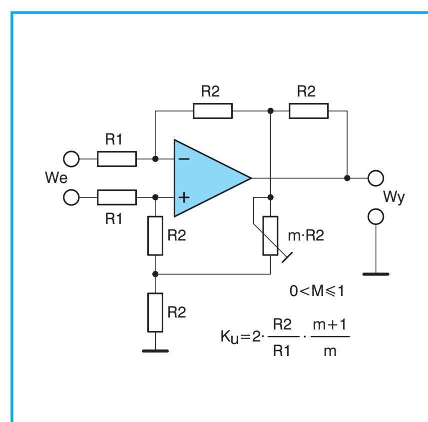
◊ *mgr inż. Dariusz Cichoński*

Pomysły układowe regulacja wzmocnienia we wzmacniaczu różnicowym

W układach amatorskich dość rzadko spotyka się wzmacniacze różnicowe, tzn. takie które reagują na różnicę napięć doprowadzoną do ich wejść. Podstawowy układ wzmacniacza jest bardzo prosty i można go znaleźć w każdej niemal książce traktującej o wzmacniaczach operacyjnych. Nieco trudniej natomiast jest trafić na układ regulacji wzmocnienia takiego wzmacniacza.

Schemat takiego rozwiązania przedstawiono na rysunku 1. Do regulacji wzmocnienia służy potencjometr P1. Także wzór na obliczenie wzmocnienia wypadkowego nie jest zbyt skomplikowany. Warto zauważyć, że regulacja jest nieliniowa, zwłaszcza dla małych wartości rezystancji potencjometru P1. Dla dokładniejszej regulacji w szereg z potencjometrem można włączyć rezystor. Taki układ regulacji nie wpływa w sposób istotny na pogorszenie współczynnika tłumienia składowej sumacyjnej sygnału.

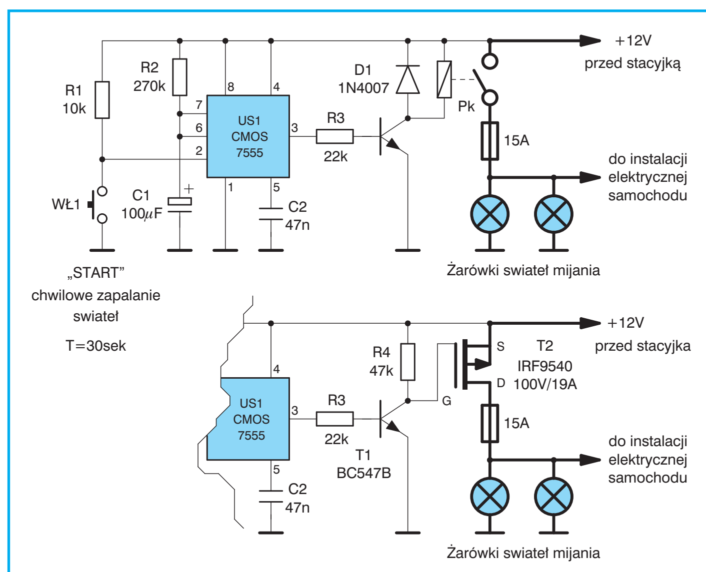
Malkontenci powiedzą, że zamiast tego można wstawić na wyjściu wzmacniacza zwykły potencjometr. Prawda. lecz spowoduje on wzrost rezystancji wyjściowej układu co w wielu wypadkach nie jest pożądane.



Rys. 1 Schemat układu regulacji wzmocnienia we wzmacniaczu różnicowym

◊ *Redakcja*

Samochodowy automat świetlny



Rys. 1 Schemat układu podtrzymywania zapalonych świateł mijania

Niedawno w telewizyjnej reklamie jakiegoś samochodu zobaczyłem ciekawe rozwiązanie. Polega ono na podtrzymaniu przez kilkadziesiąt sekund świecenia świateł mijania po wyłączeniu stacyjki. Opcja ta jest wygodna kiedy wieczorem podjeżdża się samochodem pod bramę lub drzwi garażu.

W większości samochodów po wyłączeniu stacyjki światła mijania automatycznie gasną, a zapalają się światła pozycyjne. Często są one zbyt słabe aby wystarczająco oświetlić zamki które trzeba otworzyć. Można oczywiście zostawić kluczyk w stacyjce i zapalone światła mijania. Takiej praktyki należy wystrzegać się jak ognia. Przy gigantycznej liczbie kradzieży samochodów pozostawienie kluczyków w stacyjce zachęca wręcz złodzieja do działania. Ostrzega przed tym także jedna z „reklam" telewizyjnych. Ponadto pozostawienie zapalonych świateł mijania podczas otwierania garażu w pewnym stopniu podnosi nasze bezpieczeństwo, gdyż manipulując przy zamkach, ryglach i zasuwach znajdujemy się w miejscu oświetlonym, które z natury rzeczy jest bezpieczniejsze niż półmrok.

Wszystkie te czynniki skłoniły mnie do zaprojektowania i zamontowania w moim samochodzie prostego urządzenia spełniającego opisaną powyżej funkcję. Powstały układ nadaje się do zastosowania w praktycznie wszystkich samochodach, dlatego też chciałem się podzielić moim „wynalazkiem" z Czytelnikami Praktycznego Elektronika. Urządzenie to jest bardzo proste i może zostać zbudowane nawet przez początkującego elektronika.

Automat posiada układ czasowy US1, który po naciśnięciu włącznika WŁ1 wytwarza dodatni impuls na nóżce 3. Czas trwania tego impulsu wynosi 30 sek. dla wartości elementów R2 i C1 podanych na schemacie. Na czas trwania dodatniego impulsu tranzystor T1 nasyca się włączając przekaźnik Pk1. Wskazane jest zastosowanie przekaźnika samochodowego, który bez problemu można nabyć w sklepach motoryzacyjnych. Przekaźniki samochodowe charakteryzują się szerokim zakresem napięć pracy niezbędnym przy zasilaniu z akumulatora, który zwłaszcza zimą może dostarczać napięcia znacznie niższego niż nominalne 12 V.

Na schemacie ideowym (rys. 1) grubą linia zaznaczono obwód prądowy. Przewody tego obwodu powinny mieć dostateczny przekrój, gdyż dwie żarówki świateł mijania pobierają prąd ok. 8 A. Zasilanie układu należy podłączyć do punktu instalacji elektrycznej w którym napięcie występuje także po wyłączeniu stacyjki. Z reguły najłatwiejszym miejscem na „wcinkę" jest skrzynka bezpieczników i przekaźników, gdzie można także znaleźć przewody prowadzące do żarówek świateł mijania. Wszystkie połączenia należy wykonać solidnie i starannie zaizolować je. Prąd pobierany przez układ US1 wykonany w wersji CMOS nie przekracza kilkuset \miA i nie obciąża akumulatora, zatem wyłącznik zasilania jest zbędny.

Po zbudowaniu układu przeczytałem w PE 4/2000 artykuł na temat kluczy MOSFET i wprowadziłem dodatkową modyfikację (dolna część rysunku 1). Przekaźnik został zastąpiony tranzystorem MOSFET z kanałem typu p. Koszt wykonania jednej i drugiej wersji jest porównywalny.

Chcąc wydłużyć czas podtrzymania zapalonych świateł można zmienić wartość kondensatora C1 i rezystora R2. Zwiększenie wartości tych elementów powoduje proporcjonalne wydłużenie czasu, a zmniejszenie ich skraca czas.

Na zakończenie życzę wszystkim którzy zbudują ten układ bezpiecznego garażowania samochodu.

◊ **Sławomir Kokulewski**

Pomysły układowe źródła prądowe

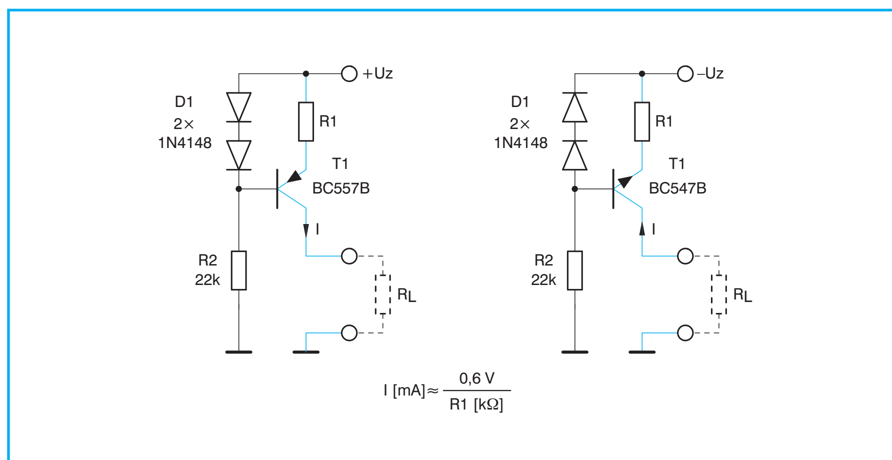
Z źródłami napięciowymi zetknął się zapewne każdy z Czytelników. Natomiast źródła prądowe są już mniej popularne. Niniejszy artykuł ma na celu przedstawienie kilku przykładów źródeł prądowych które mogą się czasami przydać przy różnego rodzaju projektach.

Źródło napięciowe jak sama nazwa wskazuje dostarcza napięcia o określonej wartości. Źródłem napięciowym jest każdy zasilacz, stabilizowany i niestabilizowany, z diodą Zenera i układem scalonym, zwykła bateria i akumulator. Źródła napięciowe charakteryzują trzy zasadnicze parametry: napięcie źródła, jego rezystancja wewnętrzna i wydajność prądowa. Napięcie źródła powinno być stałe i niezależne od czynników zewnętrznych takich jak temperatura i czas. Rezystancja wewnętrzna powinna przyjmować jak najniższą wartość. Chodzi o to aby przy zmianie prądu pobieranego ze źródła napięcie na jego zaciskach nie ulegało zmianie. Z kolei wydajność prądowa określa możliwość dostarczenia maksymalnego prądu przez źródło napięciowe.

Całkiem podobnie jest w przypadku źródeł prądowych, których zadaniem jest dostarczanie prądu o określonej wartości. Także tu występują trzy podstawowe parametry charakteryzujące źródło prądowe. Odpowiednikiem napięcia wyjściowego w źródle prądowym jest prąd dostarczany do obciążenia. Powinien on być stały i niezależny od czynników zewnętrznych takich samych jak w przypadku źródła napięciowego (temperatura i czas). Rezystancja wewnętrzna źródła prądowego powinna natomiast być jak największa, w idealnym źródle równa nieskończoności. Odpowiednikiem wydajności prądowej w źródle prądowym jest wydajność napięciowa, czyli największe wyjściowe napięcie przy którym źródło dostarcza jeszcze pożądaną wartość prądu. Jak widać analogie są bardzo bliskie. Napięcie zostaje zastąpione prądem i odwrotnie, a zamiast małej rezystancji mamy jak największą.

W rzeczywistych układach źródeł prądowych mamy zawsze do czynienia ze źródłem napięciowym i elementem aktywnym. Konwersja prądu na napięcie następuje natomiast na zwykłym rezystorze, który zgodnie z prawem Ohma wiąże ze sobą prąd i napięcie. Układ źródła prądowego porównuje spadek napięcia na rezystorze wywołany przepływem prądu z napięciem odniesienia (napięciem źródła napięciowego) i wysterowuje element aktywny w taki sposób, aby wartość tego prądu była stała bez względu na obciążenie.

W najprostszej postaci źródłem prądowym może być zwykły rezystor (o odpowiednio dużej wartości) dołączony do źródła napięciowego od dostatecznie dużej wartości napięcia. Jest to jednak rozwiązanie charakteryzujące się bardzo kiepskimi parametrami. Jedno z najprostszych źródeł prądowych przedstawiono na rysunku 1. Elementem decydującym o wartości prądu wyjściowego jest tu rezystor R1, a napięciem odniesienia diody D1. Na diodach D1 występuje spadek napięcia ok. 1,2 V, czyli na bazie tranzystora T1 otrzymuje się napięcie o 1,2 V niższe niż napięcie zasilania. Natomiast na emiterze T1 napięcie będzie o 0,6 V niższe od napięcia zasilania. Zatem na rezystorze R1 musi wystąpić spadek napięcia równy 0,6 V. Stąd otrzymuje się wartość prądu dostarczanego przez źródło. Tranzystor T1 zostaje wysterowany tak aby w obwodzie emitera, a zatem i kolektora płynął stały prąd.



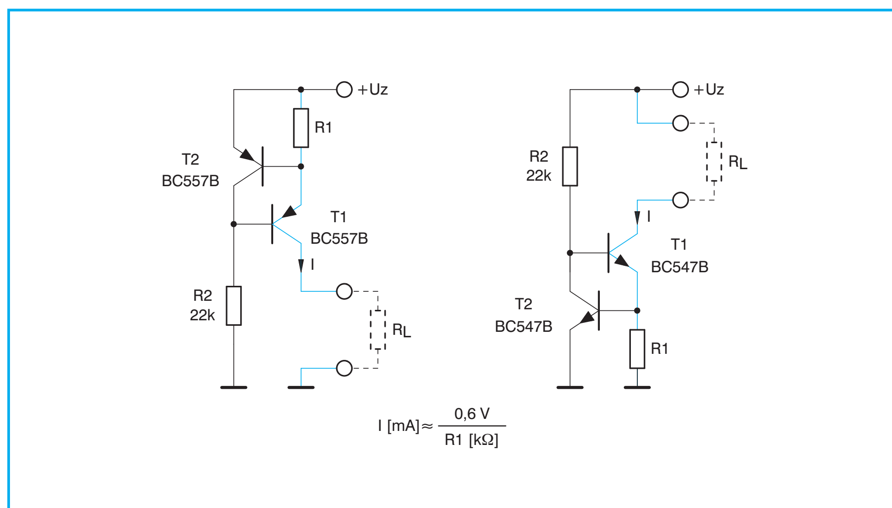
Rys. 1 Prosty układ źródła prądowego z jednym tranzystorem

Układ może być zasilany napięciem w bardzo szerokim zakresie od ok. 3 V do napięcia maksymalnego jakie „wytrzyma” tranzystor. Różnica napięć pomiędzy zasilaniem a kolektorem nie powinna być mniejsza niż 3 V. W układzie tym otrzymuje się rezystancję wyjściową rzędu 4 MΩ, co nie jest małą wartością, przy prądach w granicach 10 μA÷200 mA. Na stabilność temperaturową układu ma wpływ stabilność temperaturowa jednej diody D1, co daje współczynnik temperaturowy ok. –0,5%/°C. Druga dioda powinna być połączona termicznie z tranzystorem T1, co skompensuje temperaturową zmianę napięcia baza-emiter tranzystora.

Na rysunku 1b przedstawiono komplementarną wersję tego układu zasilana napięciem ujemnym. Dostarcza ona prąd o przeciwnym kierunku. Drogi prądu źródła oznaczono na schemacie kolorem niebieskim.

Nieco lepszymi parametrami charakteryzują się źródła prądowe pokazane na rysunku 2. Źródła różnią się umieszczeniem rezystancji obciążenia. Wersja z rysunku 2a dostarcza prąd płynący przez obciążenie do masy, a wersja 2b prąd pobierany z napięcia zasilania. Prąd źródła, będący prądem emitera tranzystora T1 jest regulowany przez pętlę sprzężenia zwrotnego, która stabilizuje prąd bazy T1. O wartości prądu dostarczanego przez źródło decyduje wartość rezystora R1. Podobnie jak poprzednio spadek napięcia na tym rezystorze wynosi 0,6 V i jest równy napięciu baza-emiter tranzystora T2.

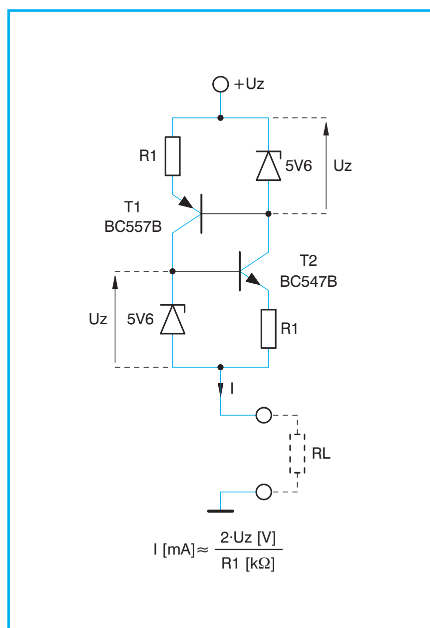
Prąd źródła wypływający z kolektora T1 jest mniejszy o wartość prądu bazy od prądu emitera T1. Jest to jednak nieistotne, gdyż dla danej wartości prądu emitera prąd bazy jest stały. Stosunek prądów zmienia się w niewielkim stopniu wraz z temperaturą, co spowo-



Rys. 2 Dwutranzystorowe symetryczne źródła prądowe

dowane jest zmianą współczynnika wzmocnienia prądowego tranzystora T1 w funkcji temperatury. Znacznie większy wpływ na prąd źródła ma zmiana napięcia baza-emiter T2 w funkcji temperatury.

Napięcie zasilania źródła może zawierać się w granicach od ok. 3 V do wartości ograniczonej napięciem przebicia tranzystorów T1 i T2. Wskazane jest aby prąd płynący przez tranzystor T2 był co najmniej równy 0,1·I. Rezystancja wyjściowa w tym układzie osiąga wartość rzędu 10÷20 MΩ, a współczynnik temperaturowy zmian prądu wynosi ok. –0,3%/°C. Ujemna wartość współczynnika oznaczą, że ze wzrostem temperatury prąd źródła maleje. Tego typu źródło może dostarczać prądu w zakresie 10 μA÷200 mA.



Rys. 3 Komplementarne źródło prądowe

Lepsze parametry termiczne zapewnia komplementarny układ źródła prądowego przedstawiony nas rysunku 3. W układzie tym obciążenie może być umieszczone zarówno po stronie masy, tak jak narysowano to na rysunku, jak i po stronie napięcia zasilania. Sumaryczny prąd źródła składa się z prądu płynącego przez T1 i T2. Przy założeniu identycznych charakterystyk tranzystorów T1 i T2 współczynnik temperaturowy prądu źródła wynosi ok. 0,0001%/°C. Rezystancja wyjściowa tym układzie osiąga wartość 20÷40 MΩ.

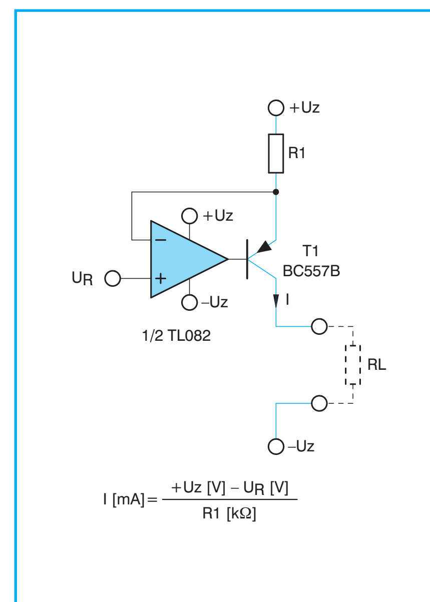
Dalszą poprawę parametrów źródeł prądowych można uzyskać przez zastosowanie wzmacniaczy operacyjnych. Bardzo duże wzmocnienie wzmacniacza operacyjnego pozwala na wprowadzenie silnego sprzężenia zwrotnego stabilizującego wartość prądu. Dzięki temu w układach tych osiąga się rezystancje wyjściowe na poziomie do 100 MΩ. Najprostszym rozwiązaniem źródła prądowego ze wzmacniaczem operacyjnym jest układ z rysunku 4. Jest on podobny do układu z rysunku 1, gdzie wartość prądu wyjściowego I wymuszona jest przez stałe napięcie baza-emiter. W układzie ze wzmacniaczem operacyjnym spadek napięcia na rezystancji R1 steruje wejściem odwracającym wzmacniacza, tworząc w ten sposób pętlę sprzężenia zwrotnego. Wzmacniacz będzie wysterowywał tranzystor T1 w taki sposób aby wartość spadku napięcia na R1 była równa napięciu wejściowemu U_R. Rezystancja obciążenia może być włączona pomiędzy kolektor tranzystora T1 a ujemny biegun napięcia zasilania (tak jak pokazano to na rysunku, lub pomiędzy kolektor T1 a masę.

Warto zauważyć, że temperaturowa zmiana napięcia baza-emiter T1 nie ma wpływu na wartość prądu co było mankamentem wcześniejszych rozwiązań. Stabilność temperaturowa źródła zależy od stabilności napięcia niezrównoważenia wzmacniacza i stabilności napięcia referencyjnego U_R.

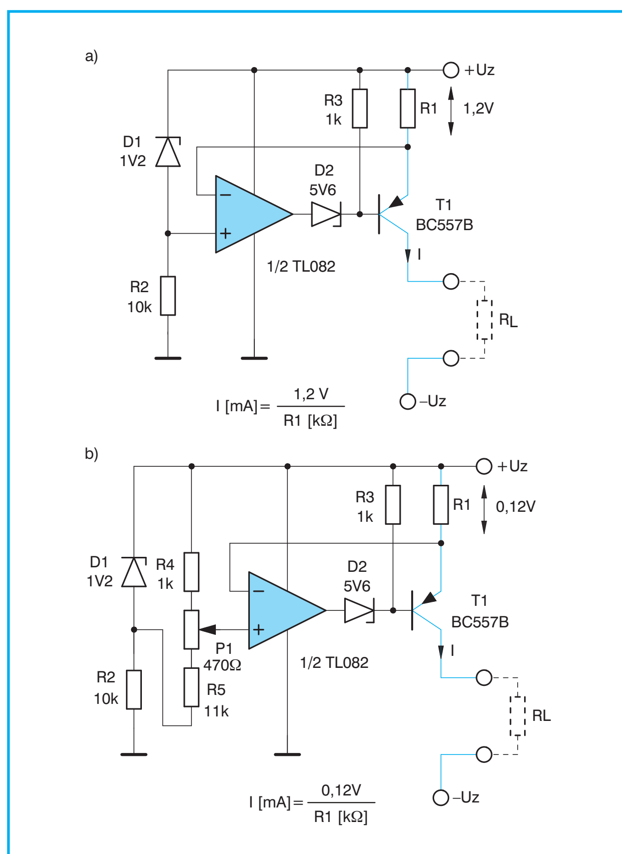
Wartość prądu źródła można regulować w prosty sposób przez zmianę napięcia U_R, co może się okazać bardzo wygodne w wielu wypadkach. Ze względu na to, że spadek napięcia na rezystorze R1 jest odniesiony do napięcia zasilania, napięcie referencyjne także powinno być odniesione do napięcia zasilania, a nie do masy.

Rezystancja wyjściowa tego układu zawiera się w przedziale 40÷100 MΩ, a prądy wyjściowe mogą obejmować szeroki zakres od 100 μA do 1 A, pod warunkiem zastosowania tranzystora o dostatecznie dużym prądzie kolektora. W przypadku dużych prądów wyjściowych wskazane jest stosowanie układów Darlingtona. Spadek napięcia na samym źródle ograniczony jest napięciem maksymalnym jakie jest w stanie dostarczyć wzmacniacz operacyjny i zawiera się on w granicach ok. 4 V.

Często ze względu na ograniczoną wartość napięcia zasilania konieczne jest zapewnienie jak najmniejszego spadku napięcia na samym źródle prądowym. Istotnym ograniczeniem jest tu zakres napięć wyjściowych wzmacniacza operacyjnego. Stosując odpowiednie rozwiązania układowe można ten problem



Rys. 4 Źródło prądowe ze wzmacniaczem operacyjnym



Rys. 5 Źródła prądowe o minimalnym napięciu resztkowym

obejść. Przykład takiego układu źródła prądowego o minimalnym napięciu resztkowym przedstawiono na rysunku 5. W wersji podstawowej (rys. 5a) zastosowano wysokostabilną diodę Zenera D1 o napięciu 1,2 V. Punkt pracy wyjścia wzmacniacza przesunięto tu w kierunku niższych napięć przez zastosowanie dodatkowej pomocniczej diody Zenera D2. Ten prosty w sumie układ sprawia że napięcie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego jest niższe od napięcia zasilania o sumę spadków napięć na diodzie D2, złączu baza-emiter T1 i rezystorze R1. Razem daje to ok. 7,8 V. W tym układzie napięcie resztkowe źródła wynosi ok. 2,5 V. Parametry termiczne diody D2 nie mają wpływu na stabilność źródła, gdyż dioda D2 objęta jest pętlą sprzężenia zwrotnego. Rezystor R3 zapewnia polaryzację diody D2. Dioda Zenera D1 włączona jest pomiędzy wejście wzmacniacza operacyjnego a napięcie zasilania, o czym pisano wcześniej.

Dalsze zmniejszenie napięcia resztkowego wymaga zmniejszenia spadku napięcia na rezystorze R1. Wynika on z wartości napięcia referencyjnego. Można zastosować w tym celu diodę D1 o niższym napięciu, lecz takie nie są produkowane. Pozostaje wiec podział napięcia referencyjnego przez dzielnik napięciowy R4, R5, P1 (rys. 5b). Potencjometr P1 pozwala na dokładną regulację wartości prądu, eliminując tym samym konieczność stosowania rezystorów precyzyjnych. Napięcie resztkowe w tym układzie wynosi ok. 1,3 V. Pozostałe parametry źródeł z rysunku 5 są takie same jak źródła z rysunku 4.

◊ ***Redakcja***

Zamek szyfrowy

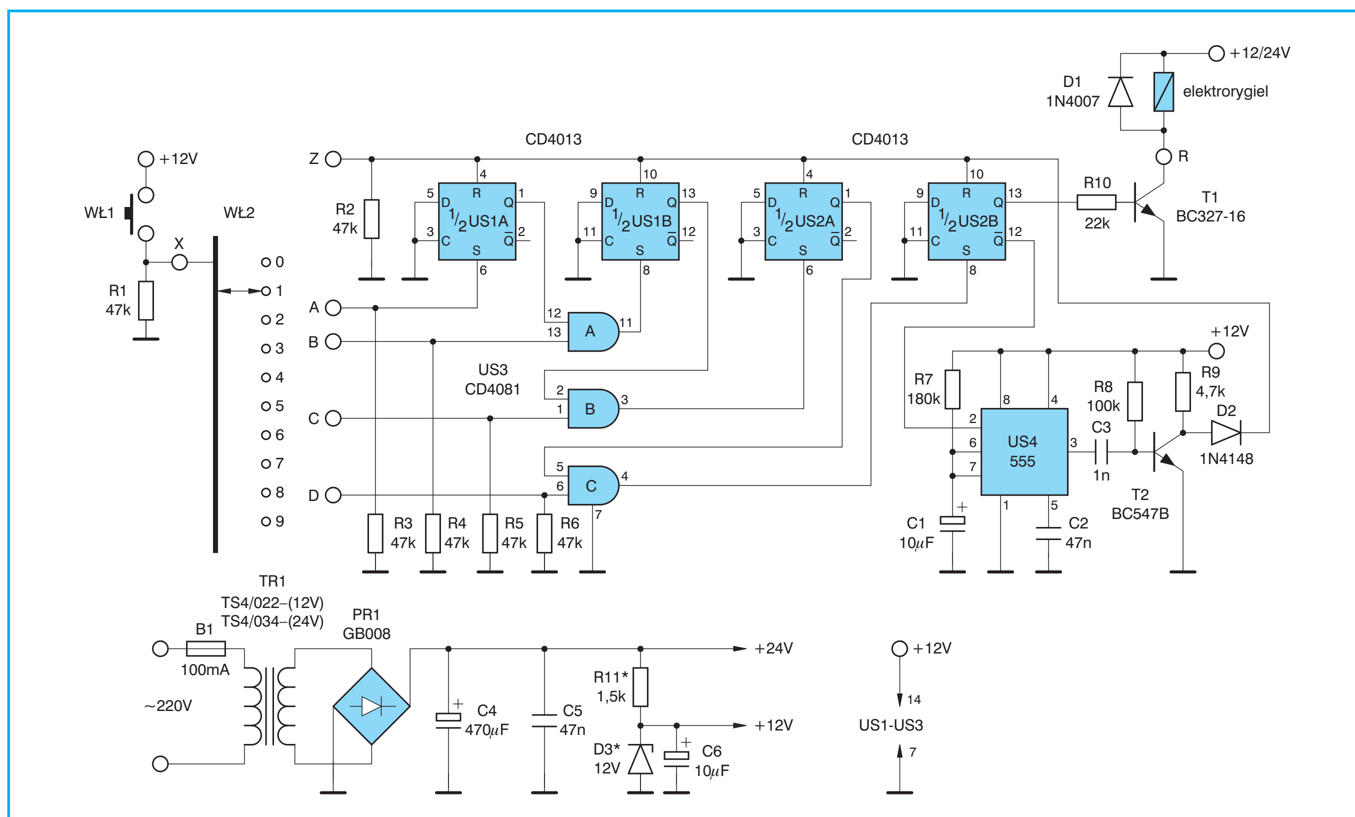
Zamek szyfrowy to z jednej strony zabawka, a z drugiej urządzenie przeznaczone do zabezpieczenia mieszkań lub pomieszczeń. Jako zabawka może spełniać funkcję blokady wejścia do swojego pokoju, gdy mamy zbyt wścibskiego brata lub siostrę. Zamek szyfrowy idealnie nadaje się też do ograniczenia wstępu do niektórych pomieszczeń w firmach. Konstrukcja zamka jest na tyle prosta, że może on zostać zbudowany nawet przez początkującego amatora.

Zamki szyfrowe to wynalazek dość stary. Wszystko zaczęło się od sejfów bankowych i rozwiązań mechanicznych. Chronologicznie pierwszym był skarbiec Ali-Baby który otwierał się po wypowiedzeniu tajemnego hasła. Niestety było to tylko marzenie o bezpiecznej skrytce. Pierwsze praktyczne rozwiązania sprowadzały się do skrzyń zamykanych na klucz. Klucze były często bardzo wymyślne i trudne do podrobienia. W miarę rozwoju metalurgii i ślusarstwa problem dorobienia klucza przez nieuczciwego strażnika spędzał sen z powiek bankierom. Pewnym pomysłem były sejfy z dwoma lub nawet trzema kluczami, które były w posiadaniu różnych osób. Dopiero spotkanie wszystkich „kluczników" z kluczami wrót sejfu pozwalało na otwarcie go. Jednakże zawsze zachodziła obawa, że sprawny kasiarz potrafi otworzyć nawet najbardziej skomplikowany mechanizm przy pomocy wymyślnych wytrychów. Rozwój mechaniki precyzyjnej doprowadził do powstania zamka szyfrowego. Przy tym rozwiązaniu klucz spełnia funkcję pomocniczą i stanowi dodatkowe zabezpieczenie. Głównym zabezpieczeniem jest szyfr, czyli „tajemna" liczba którą należy ustawić pokrętłem. Oczywiście i to rozwiązanie okazało się nieskuteczne. Mechaniczny układ podczas obracania pokrętła i zwalniania zapadek wydawał delikatne stuki które wytrawni kasiarze (patrz Kwinto i Vabank) wychwytywali swoim czułym uchem otwierając nawet najzmyślniejsze sejfy.

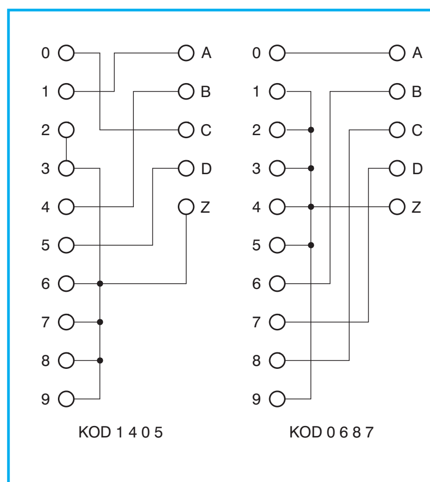
Rozwój elektroniki spowodował, że rozwiązania mechaniczne zastąpiono układami elektrycznymi. Długość kodu, dotychczas ograniczona przez mechanikę mogła zwiększyć się, a stuku elektronów w zamku elektronicznym nie wyłapie nawet najczulszy mikrofon. Zamki szyfrowe od tego czasu stały się popularną zabawką elektroników, zarówno profesjonalistów jak i amatorów. Przedstawiam tu układ nieco odmienny od większości rozwiązań tego typu urządzeń.

Niemalże każdy z zamków elektronicznych posiada klawiaturę na której należy wystukać odpowiedni, znany tylko sobie, kod. Wykonanie klawiatury we własnym zakresie jest dość kłopotliwe. Nie wystarczy tylko wlutować w płytkę 10 mikrołączników, ale trzeba jeszcze zrobić obudowę i odpowiednio opisać przyciski. Proponowany układ posiada jeden przełącznik obrotowy i jeden mikrołącznik, co znakomicie upraszcza prace mechaniczne przy budowie zamka.

Schemat zamka szyfrowego przedstawiono na rysunku 1. Składa się on z czterech przerzutników pamiętających stany, układu wykonawczego, przełączników i pola kodowego. Zamek do otwarcia wymaga wprowadzenia czterech cyfr co daje w efekcie liczbę 10.000 kombinacji. W praktyce liczba ta jest dwukrotnie mniejsza gdyż układ nie pozwala na powtarzanie się w kodzie tych samych cyfr. Mimo to liczba kombinacji jest tak duża, że przypadkowe otwarcie wymaga długotrwałych prób.



Rys. 1 Schemat ideowy zamka szyfrowego



Rys. 2 Przykładowe połączenia w tablicy kodowej

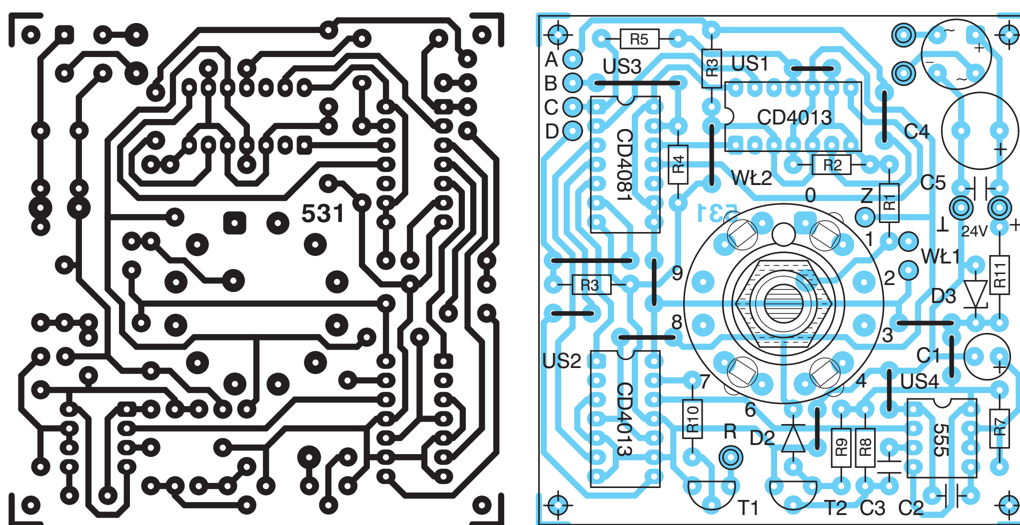
Kod którego wybranie umożliwia otwarcie zamka „zaszyty” jest w tablicy kodowej. Tworzy ją włącznik WŁ2 (wyjścia od 0 do 9) wraz z wejściami bramek AND (US3) oznaczonymi literami A, B, C, D. Wejście A odpowiada pierwszej liczbie kodu, wejście B drugiej liczbie itd. Ustalanie kodu polega na połączeniu ponumerowanych wyjść przełącznika WŁ2 z wejściami bramek NAND. Załóżmy, że chcemy ustawić kod 1405. Dla takiego kodu wejście A łączymy z wyjściem 1 przełącznika WŁ2. Wejście B łączymy z wyjściem 4, wejście C z wyjściem 0 i wejście D z wyjściem 5. Pozostałe wyjścia tzn.: 2, 3, 6, 7, 8, 9 łączy się ze sobą razem i dołącza do wejścia zerującego Z. Schemat połączenia tablicy kodowej pokazano na rysunku 2. Oprócz kodu 1405 pokazano też połączenia dla kodu 0687.

Jeżeli chcemy otworzyć zamek należy przełącznik WŁ2 ustawić w pozycji odpowiadającej pierwszej liczbie kodu (1). Spowoduje to połączenie punktu X z wyjściem 1. Następnie należy nacisnąć mikrołącznik WŁ1. Spowoduje to doprowadzenie jedynki logicznej przez przełącznik WŁ2 do wejścia A, które połączone jest z wejściem ustawiającym S pierwszego przerzutnika US1A. Efektem tego wyjście Q przerzutnika zostanie ustawione w stan wysoki. Pierwszy przerzutnik „zapamiętał” wpisanie pierwszej liczby. Następnie należy ustawić przełącznik WŁ2 w pozycji odpowiadającej drugiej liczbie kodu (4) i ponownie nacisnąć mikrłącznik WŁ1. Spowoduje to doprowadzenie jedynki logicznej do wejścia bramki A (US3). Ponieważ na drugim wejściu bramki występuje stan wysoki „zapamiętany” przez pierwszy przerzutnik (US1A) na wyjściu bramki pojawi się także stan wysoki powodujący ustawienie drugiego przerzutnika (US1B), na którego wyjściu Q pojawi się jedynka. Zatem układ „zapamiętał” drugą liczbę kodu. Jeżeli teraz ustawimy WŁ2 w pozycji 0 i naciśniemy WŁ1 podobnie jak poprzednio na wyjściu Q trzeciego przerzutnika (US2A) pojawi się jedynka. Czwarta liczba kodu spowoduje ustawienie wyjścia Q czwartego przerzutnika (US2B) w stan jedynki i włączenie tranzystora T1, który włączy elektromagnes w ryglu elektrycznym, otwierając drzwi. Wczytanie kodu polega więc na kolejnym ustawianiu cyfr kodu przy pomocy przełącznika WŁ2 i „zatwierdzaniu” ich poprzez naciśnięcie mikrołącznika WŁ1.

Jednocześnie podczas wprowadzania ostatniej cyfry kodu stan wyjścia $\overline{Q}$ przerzutnika US2B zmienia się z wysokiego na niski, wyzwalając tajmer 555 (US4). Tajmer generuje impuls o czasie trwania ok. 2 sek. Po zakończeniu generacji impulsu opadające zbocze sygnału na wyjściu tajmera wyzwala monowibrator zbudowany na tranzystorze T2, wytwarzający dodatnią szpilkę. W stanie ustalonym tranzystor T2 jest nasycony. Narastające zbocze doprowadzone do kondensatora C3 nie powoduje żadnej zmiany na wyjściu tranzystora. Dopiero zbocze opadające powoduje krótkotrwałe zatkanie tranzystora T2 i wytworzenie dodatniej szpilki na jego kolektorze. Czas trwania szpilki zależy od wartości elementów C3 i R8.

Szpilka przez diodę D2 doprowadzona zostaje do wejść zerujących przerzutników kasując ich zawartość. Na wszystkich wyjściach Q pojawiają się zera. Powoduje to zatkanie tranzystora T1 i wyłączenie rygla. Zatem po wybraniu właściwego kodu mamy czas ok. 2 sekund na otwarcie drzwi. Czas ten można wydłużyć zwiększając wartość rezystora R7.

Co dzieje się gdy podczas wpisywania kodu nastąpi pomyłka? Możliwe są dwie sytuacje. Pierwsza z nich to wybranie właściwej cyfry w niewłaściwej kolejności. Na przykład po prawidłowym wpisaniu 1, zamiast 4 próbowano wpisać 0, które połączone jest z wejściem C (trzecia cyfra kodu). Nie spowoduje to żadnej zmiany w układzie, gdyż wejście bramki B (nóżka 2 US3) będzie w stanie niskim, ponieważ przerzutnik US1B nie



Rys. 3 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

zapisał wprowadzenia liczby 4 i jego wyjście jest w stanie niskim. Dopiero wpisanie liczby 4 spowoduje ustawienie wyjścia US1B w stan wysoki i umożliwi wpisanie liczby 0.

Drugą możliwością pomyłki jest wpisanie liczby nie należącej do liczb kodu. W takim przypadku naciśnięcie mikrołącznika WŁ1 spowoduje podanie jedynki na wejście Z, które połączone jest z wejściami zerującymi przerzutników. W efekcie tego wszystkie przerzutniki zostaną wyzerowane. Chcąc otworzyć zamek należy kod wprowadzić poprawnie jeszcze raz od początku. Warto dodać, że na zewnątrz, w trakcie wpisywania kodu nie można zauważyć czy wpisuje się go poprawnie czy błędnie. Powoduje to dodatkowe utrudnienie dla potencjalnego włamywacza.

Układ zamka zasilany jest napięciem niestabilizowanym 12 V, które dostarczane jest z transformatora TR1 za pośrednictwem prostownika PR1. Na rynku można spotkać dwa rodzaje elektrorygli zasilanych napięciem 24 V (spotykane częściej) i 12 V (spotykane bardzo rzadko). W przypadku zasilania elektrorygla napięciem 24 V należy stosować transformator TS 4/034. Napięcie 12 V otrzymuje się z zasilacza pomocniczego składającego się z rezystora R11 i diody Zenera D3. Jeżeli natomiast elektrorygiel pracuje przy napięciu 12 V można zastosować transformator TS 4/022. W tym przypadku nie montuje się diody Zenera, a rezystor R11 należy zastąpić zworą.

Płytka drukowana zamka wielkością pozwala na umieszczenie w obudowie takiej samej jak stosowana w analogowo-cyfrowych miernikach L, C, f (patrz PE 9-12/99). Tam też można znaleźć opis montowania przełącznika WŁ2, który powinien być umieszczony na odcinkach drutu nad płytką.

Po zamontowaniu elementów i sprawdzeniu poprawności montażu można przystąpić do „zaprogramowania" kodu. Należy postępować zgodnie z podanym wcześniej opisem. Pola A, B, C, D łączy się bezpośrednio z odpowiednimi polami przełącznika WŁ2 po stronie druku. Pozostałe pola należy połączyć ze sobą i z polem Z, także po stronie druku. Do połączeń należy używać krótkich przewodów w izolacji. Mikrołącznik WŁ1 łączy się z płytką dwoma przewodami.

Przy prawidłowym montażu i sprawnych elementach układ nie wymaga żadnego uruchamiania. W stanie spoczynku pobiera prąd nie przekraczający 20 mA w wersji z elektroryglem 24 V. Prąd zasilania dla wersji 12 V nie powinien przekraczać 10 mA.

Wykaz elementów

Półprzewodniki	
US1, US2	– CD 4013
US3	– CD 4081
T1	– BC 327-16
T2	– BC 547B
D1	– 1N4007
D2	– 1N4148
Półprzewodniki cd.	
D3	– dioda Zenera 12 V, patrz opis w tekście
PR1	– GB 008 (100 V/1 A)
Rezystory	
R11*	– 1,5 kΩ/0,25 W, patrz opis w tekście
R9	– 4,7 kΩ/0,125 W
R10	– 22 kΩ/0,125 W
R1÷R6	– 47 kΩ/0,125 W
R8	– 100 kΩ/0,125 W
R7	– 180 kΩ/0,125 W
Kondensatory	
C3	– 1 nF/50 V ceramiczny
C2, C5	– 47 nF/50 V ceramiczny
C1, C6	– 10 μF/25 V
C4	– 470 μF/25 V
Inne	
TR1	– TS 4/022 (TS4/034), patrz opis w tekście
WŁ1	– mikrołącznik
WŁ2	– MPS 1112 przełącznik obrotowy
B1	– WTAT 100 mA/250 V
E1	– elektrorygiel 12 V lub 24 V, patrz opis w tekście
płytka drukowana numer 531	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.
Cena: płytka numer 531 – 3,75 zł + koszty wysyłki.

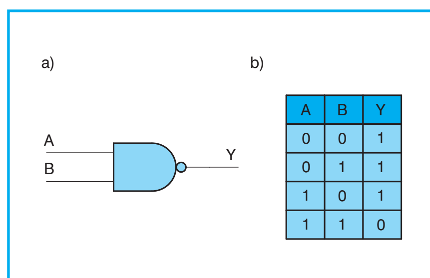
◊ Miłosz Kowalczyk

Układy cyfrowe przerzutnik D

Wielu elektroników amatorów do techniki cyfrowej odnosi się z „należytą rezerwą”. Swoją wiedzę na ten temat kończą na znajomości działania podstawowych bramek logicznych no i może jeszcze kilku trochę bardziej złożonych elementów np. przerzutników lub multiplekserów. W tym krótkim artykule, postaramy się pójść nieco dalej i w możliwie przystępnej formie zaznajomić Czytelnika z budową prostego synchronicznego przerzutnika D. Wbrew nazwie jego konstrukcja opiera się na całkowicie asynchronicznej konfiguracji połączeń. Układy asynchroniczne nie są łatwe w projektowaniu i stąd prawdopodobnie bierze się niechęć konstruktorów do projektowania czegokolwiek, co zawiera w swojej nazwie człon „asynchroniczny”.

Czy ktoś z Was zastanawiał się na przykład jak skonstruowany jest popularny przerzutnik typu D np. 74LS74? O ile zasada działania i tablica funkcyjna jest znana większości domowych konstruktorów, to już budowę wewnętrzną zna raczej niewielu. Nie chodzi tutaj o wewnętrzny schemat połączeń wszystkich tranzystorów, tylko o logiczny układ połączeń elementarnych bramek logicznych dający w efekcie przerzutnik D wyzwalany zboczem sygnału zegarowego. Cała tajemnica kryje się właśnie w sposobie wyzwalania przerzutnika. W jaki sposób może on zmienić swój w chwili narastania lub opadania sygnału zegarowego? Na to pytanie postaramy się znaleźć odpowiedź w tym właśnie artykule.

Bramka NAND



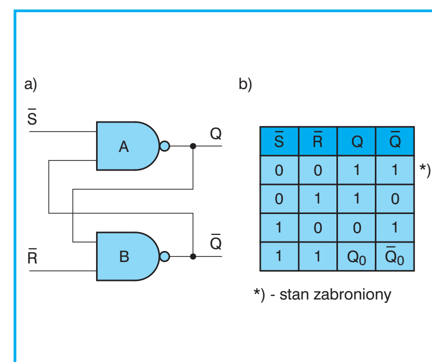
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Rys. 1 Bramka NAND: a) symbol, b) tablica prawdy

Analizę zaczniemy od przypomnienia sobie tablicy prawdy bramki NAND, która będzie podstawową częścią składową przerzutnika. Na rysunku 1 przedstawiono bramkę NAND oraz jej tablicę prawdy. Jest to elementarna bramka logiczna. W oparciu o nią można skonstruować każdy układ cyfrowy, jaki można sobie tylko wyobrazić (w tych słowach nie ma ani odrobiny przesady). Tablica prawdy pokazuje zależności pomiędzy sygnałem wyjściowym Y a dwoma sygnałami wejściowymi A i B. Jak widać na jej wyjściu pojawia się stan niski tylko wówczas gdy na obydwu wejściach panuje stan wysoki. W pozostałych przypadkach wyjście przyjmuje stan niski.

Prosty przerzutnik RS

Kolejnym etapem, na drodze do zrozumienia budowy przerzutnika D, będzie omówienie przerzutnika RS. Jest to najprostszy chyba przykład układu asynchronicznego. Schemat przerzutnika RS skonstruowanego w oparciu o dwie bramki NAND oraz jego tablicę przejść przedstawiono na rysunku 2. Aby zrozumieć zasadę jego działania posłużymy się zaprezentowaną wcześniej tablicą prawdy bramki NAND. Zakładamy, że wejścia $\overline{S}$ i $\overline{R}$ znajdują się w stanie wysokim („1”). Załóżmy też, że na wyjściu Q panuje stan niski (stan wyjść Q i $\overline{Q}$ ustala się przypadkowo po włączeniu zasilania, lecz prawdziwe jest założenie że Q jest negacją $\overline{Q}$). Stan ten jest stabilny, gdyż kombinacja stanów na wejściu bramki A (dwie logiczne „1”) powoduje, że na wyjściu Q ustala się stan niski („0”). Podobnie jest w przypadku bramki B, istnienie stanów „1” i „0” na wejściu powoduje, że wyjście $\overline{Q}$ przyjmuje stan niski. Jeżeli teraz na wejście $\overline{S}$ zostanie podany stan niski, spowoduje on zmianę stanu na wyjściu bramki A na przeciwny (czyli logiczną „1”). Ponieważ wyjście bramki A zostało połączone z wejściem bramki B, zmieni się również kombinacja stanów wejściowych bramki B. Wskutek tego wyjście $\overline{Q}$ przyjmie stan niski. Układ zachowuje się analogicznie w przypadku gdy na wejście $\overline{R}$ zostanie podany stan niski; $\overline{S}$ musi być wówczas w stanie wysokim. Kombinację sygnałów wejściowych $\overline{S}$=„0” i $\overline{R}$=„0” uznajemy za zabronioną, gdyż w tym przypadku na obu wyjściach Q i $\overline{Q}$ panuje stan wysoki, co przeczy wcześniejszemu założeniu, że wyjście Q jest negacją wyjścia $\overline{Q}$.



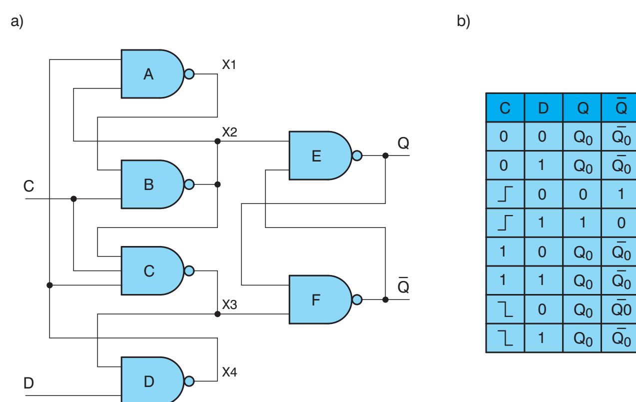
$\overline{S}$	$\overline{R}$	Q	$\overline{Q}$	
0	0	1	1	*)
0	1	1	0	
1	0	0	1	
1	1	Q_0	$\overline{Q}_0$	

Rys. 2 Prosty przerzutnik RS skonstruowany w oparciu o dwie bramki NAND: a) schemat ideowy, b) tablica przejść

Podsumowując, sygnał $\overline{S}$ powoduje zapamiętanie logicznej „1” na wyjściu (S od „set” – z ang. *ustaw*) a sygnał $\overline{R}$ powoduje zapamiętanie logicznego „0” (R od „reset” – z ang. *zeruj*). Jest to więc podstawowa komórka pamięci – pozwala na zapamiętanie jednej jednostki informacji (bitu).

Synchroniczny przerzutnik typu D

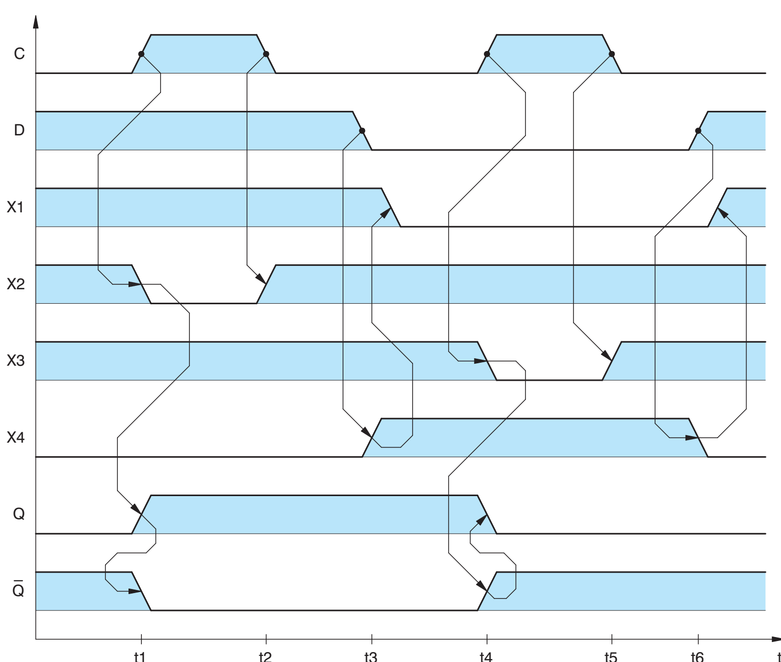
Po tym, nieco przydługawym wstępie, możemy przystąpić do właściwej analizy naszego przerzutnika D. Jego budowę w oparciu o bramki NAND przedstawiono na rysunku 3a. Już na pierwszy rzut oka widać, że układ połączeń nie jest wcale prosty i niejednego może przyprawiać o ból głowy. Przerzutnik typu D wyzwalany zboczem sygnału zegarowego składa się z sześciu bramek NAND, których układ połączeń już po chwili zastanowienia może przypominać trzy, połączone między sobą przerzutniki RS. Na rysunku 3 dla uproszczenia nie pokazano połączeń odpowiedzialnych za asynchroniczne ustawianie i zerowanie przerzutnika. Obecny jest tylko sygnał wejściowy D oraz sygnał zegarowy C. Dla ułatwienia dalszej analizy, zdefiniowane zostały jeszcze sygnały wewnętrzne X1÷X4. Przeanalizujemy, czy nasz układ zachowuje się zgodnie z tabelą przejść z rysunku 3b.



C	D	Q	$\overline{Q}$
0	0	Q_0	$\overline{Q_0}$
0	1	Q_0	$\overline{Q_0}$
↑	0	0	1
↑	1	1	0
1	0	Q_0	$\overline{Q_0}$
1	1	Q_0	$\overline{Q_0}$
↓	0	Q_0	$\overline{Q_0}$
↓	1	Q_0	$\overline{Q_0}$

Rys. 3 Przerzutnik D wyzwalany zboczem skonstruowany z bramek NAND: a) schemat ideowy, b) tablica przejść

Naszą analizę z pewnością ułatwi wykres czasowym przedstawiony na rysunku 4, na którym w formie graficznej przedstawiono zależności pomiędzy poszczególnymi sygnałami przerzutnika. Strzałkami oznaczono tam kierunek propagacji zmiany sygnału. Załóżmy stan początkowy, w którym na wyjściu Q panuje stan niski a na wejściach C i D odpowiednio „0" i „1". Zgodnie z tabelą przejść z rysunku 3b, taka kombinacja stanów jest dopuszczalna (wówczas Q_0=„0"). Dla C=„0" mamy X2=„1" i X3=„1", gdyż sygnał C jest doprowadzony do wejść bramek B i C i wymusza stan wysoki na ich wyjściach. W punkcie X1 panuje stan wysoki a w punkcie X4 stan niski. Układ połączeń bramek E i F to typowy przerzutnik RS (taki sam jak opisywany przed chwilą), w którym sygnał X1 pełni funkcję wejścia $\overline{S}$ a X2 to wejście $\overline{R}$. Tak więc dla konfiguracji sygnałów X2=„1" i X3=„1" na wyjściach Q i $\overline{Q}$ utrzymuje się poprzedni stan wyjść.



Rys. 4 Zależności czasowe pomiędzy poszczególnymi sygnałami w układzie z rysunku 3

Załóżmy teraz, że stan wejścia C zmienia się na 1 (rysunek 4 chwila t1). Sygnał X2 (wyjście bramki B) zmienia stan na przeciwny – czyli logiczne „0". Skutkiem tego jest zmiana stanu wyjścia Q na „1" i wyjścia $\overline{Q}$ na „0". Utrzymująca się „1" na wejściu C nie powoduje dalszych zmian. Dopiero opadające zbocze tego sygnału spowoduje przełączenie stanu X2 na „1" (rysunek 4 chwila t2). Teraz zakładamy, że sygnał D przyjmuje wartość „0" (rysunek 4 chwila t3). Ta zmiana powoduje pojawienie się logicznej „1" w punkcie X4. W efekcie sygnał X1 przyjmuje stan „0". Kolejne narastające zbocze sygnału zegarowego (rysunek 4 chwila t4) spowoduje przełączenie sygnału X3 na „0", co w efekcie spowoduje ustawienie „1" na wyjściu $\overline{Q}$ i „0" na wyjściu Q. Podobnie jak poprzednio, opadające zbocze sygnału zegarowego spowoduje zmianę stanu na „1", lecz tym razem w punkcie X3 (rysunek 4 chwila t5). Jeżeli teraz wejście D przyjmie stan wysoki, to spowoduje ustawienie sygnału X4 na „0" a sygnał X1 przyjmie stan wysoki (rysunek 4 chwila t6). Stan poszczególnych sygnałów jest więc identyczny z początkowym. Tym samym nasza analiza dobiegła końca.

Czas na małe podsumowanie. Jak widać z rysunku 4, dzięki tak złożonej konstrukcji przerzutnika uzyskano zamierzony efekt. Stan wejścia D zostaje przepisany na wyjście Q przerzutnika tylko w chwili narastającego zbocza sygnału C, poza tym szczególnym momentem stan wejścia D nie wpływa na stany wyjść Q i $\overline{Q}$. Opadające zbocze sygnału C powoduje zmianę wewnętrznych stanów przerzutnika.

Osobom posiadającym oscyloskop mogę polecić sprawdzenie działania opisywanego układu w praktyce. Układ najlepiej wykonać z bramek CMOS zasilanych jak najniższym napięciem (wtedy czasy propagacji są największe i można łatwiej zaobserwować zależności pomiędzy sygnałami). Można nawet spróbować zasilić układ napięciem mniejszym niż minimalne.

◊ mgr inż. Tomasz Kwiatkowski

Nowe ceny płytek drukowanych

Wydanie płyty CD-PE1 z archiwalnymi numerami „Praktycznego Elektronika” z lat 1992÷1997 spowodowało duże zainteresowanie płytkami drukowanymi do prezentowanych w poprzednich latach urządzeń. Przypominamy, że obowiązują nowe ceny na płytki drukowane. Ceny płytek podane przy artykułach w archiwalnych numerach PE oraz na płycie CD-ROM są nieaktualne.

Płytki w wykazie które przy numerze oznaczone są gwiazdką będą w sprzedaży wysyłkowej do czasu wyczerpania zapasów magazynowych. Mozaiki płytek drukowanych które zostały wycofane ze sprzedaży wysyłkowej będą w najbliższym czasie sukcesywnie zamieszczane na naszych stronach internetowych pod adresem ***http://www.pe.com.pl***

Zamówienia na płytki drukowane przyjmujemy wyłącznie na kartach pocztowych, kuponach zamieszczanych w PE, faksem oraz e-mailem. W zamówieniu prosimy podawać dokładnie i wyraźnie swój adres, a pod adresem tylko numery płytek oraz ich ilość. W zamówieniu na układy z programami, należy podawać tylko nazwę programu bez oznaczeń firmowych układów. Nie przyjmujemy zamówień telefonicznie. Zamówienia od firm przyjmowane są tylko w formie pisemnej z upoważnieniem do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

Nowe ceny obowiązują od dnia publikacji w Praktycznym Elektroniku. Zamówienia dotychczas przyjęte będą realizowane według starych cen.

Wykaz zaprogramowanych układów, zestawów, obudów, folii i innych elementów opublikujemy w następnym numerze.

◊ ***Redakcja***

Cennik płytek drukowanych

G.*	Generator z mostkiem Wiena	PE 1/92	0,58 zł
001	Analizator widma(kpl. 2 płytki)	PE 3/92	7,28 zł
002*	Transkoder SECAM-PAL	PE 3/92	1,79 zł
005*	Detektor zera	PE 3/92	1,15 zł
022*	Korektor-potencjometr elektroniczny	PE 4/92	1,59 zł
025*	Fonia czterocewkowa	PE 1/93	0,58 zł
034*	Analizator - pole odczytowe	PE 1/93	6,33 zł
035	Uniwersalny zasilacz	PE 1/93	1,86 zł
037*	Dekoder PAL TC 500D/E	PE 3/93	1,40 zł
038*	Dekoder PAL R202/A	PE 3/93	1,77 zł
040*	Zegar MC 1206	PE 2/92	4,45 zł
041*	Zegar MC 1206 - wyświetlacz	PE 2/93	2,14 zł
042*	Zegar MC 1206 - wzmacniacze	PE 2/93	1,15 zł
048*	Zegar MC 1206 - sekundy cyfrowe	PE 3/93	2,16 zł
053*	Kwarcowy generator 50 Hz	PE 4/93	1,15 zł
055*	Zasilacz do wzmacniacza antenowego	PE 4/93	1,15 zł
056*	Wzmacniacz mocy 40 W	PE 4/93	1,93 zł
058*	Wzmacniacz z reg. barwy dźwięku	PE 5/93	7,21 zł
064*	Tranzystorowy korektor graf. we/wy	PE 6/93	1,28 zł
065*	Tranzystorowy korektor graf. filtry	PE 6/93	5,74 zł
066	Układ opóźnionego załączania kolumn	PE 6/93	1,30 zł
070*	Korektor graf. - pamięć charakterystyk	PE 7/93	5,60 zł
071*	Fonia do odbioru programu POLONIA	PE 5/93	0,71 zł
072*	Pływające światła - generator	PE 6/93	1,15 zł
075*	Sonda logiczna CMOS-TTL cyfrowa	PE 6/93	2,66 zł
078*	Fonia stereo do odbioru Astry	PE 6/93	1,35 zł
082*	Wzmacniacz odczytu do magnetofonu	PE 8/83	3,31 zł
083*	Komarołapka	PE 8/93	1,41 zł
088*	Częstościomierz - generator	PE 9/93	3,75 zł
089*	Częstościomierz - licznik	PE 9/93	3,96 zł
091*	Częstościomierz - sterowanie	PE 10/93	3,31 zł
094*	Częstościomierz - preskaler 150 MHz	PE 12/93	1,15 zł
095	Radiotelefon na pasmo 27 MHz	PE 9/93	2,30 zł
099*	Przetwornik f/U	PE 10/93	4,00 zł
102	Korektor sygnału video	PE 12/93	2,17 zł
105	Wzm. mocy do radiotelefonu 27 MHz	PE 11/93	1,15 zł
108	Wzmacniacz mocy 150 W	PE 12/93	7,48 zł
109*	Układ logarytmujący	PE 12/93	2,12 zł
110*	Termometr -50 +100 C	PE 1/94	3,11 zł
111*	Automat Losujący	PE 1/94	3,11 zł
114*	Prosty tester tranzystorów	PE 1/94	1,15 zł
116*	Blokada tarczy telefonicznej	PE 2/94	1,32 zł
120*	Termometr - zasilanie bateryjne	PE 2/94	0,58 zł
122*	Konwerter UKF/FM + Dł/Śr	PE 2/94	0,58 zł
124*	Dekoder Pal do OTVC Rubin 714	PE 3/94	2,47 zł
126	Echo do CB radio	PE 3/94	2,10 zł
127*	Bootselektor do Amigi	PE 3/94	0,58 zł
130*	Spowalniacz do Amigi	PE 4/94	0,66 zł
131*	Stół mikserski - wzmacniacz sumy	PE 4/94	2,33 zł
133	Przedłużacz do pilota	PE 4/94	1,15 zł
135*	Zdalne sterowanie - pilot	PE 5/94	5,26 zł
137*	Zdalne sterowanie - odbiornik	PE 5/94	5,12 zł
139*	Zegar LM 8560	PE 5/94	2,88 zł
140*	Zdalne sterowanie - dekoder rozkazów	PE 7/94	7,58 zł
145*	Układ do przegrywania taśm magnetowid.	PE 6/94	2,83 zł
149*	Sampler do Amigi	PE 7/94	0,95 zł
154*	Oscyloskop - dzielnik wejściowy	PE 9/94	1,25 zł
160*	Kompandor	PE 9/94	2,24 zł
165*	Obrotomierz cyfrowy - mnożnik	PE 10/94	2,58 zł
169*	Stół mikserski wskaźnik przesterowania.	PE 11/94	1,58 zł
170*	Lampa sygnalizacyjna	PE 11/94	2,62 zł
171*	Symetryzator antenowy	PE 11/94	1,58 zł
174	Generator funkcyjny	PE 12/94	2,37 zł
176*	Analizator widma	PE 1/95	7,73 zł
177*	Układ kalibracji prądu podkładu	PE 12/94	3,61 zł
180*	Przedwzmacniacz antenowy	PE 12/94	1,15 zł
186	Generator funkcyjny - płyta główna	PE 1/95	10,36 zł
192*	Układ fonii satelitarnej	PE 2/95	2,47 zł
194*	Wykrywacz metali TRANSET 150	PE 3/95	2,21 zł
203*	Zdalne sterowanie oświetleniem	PE 5/95	2,36 zł
208	Mikrofon bezprzewodowy	PE 6/95	1,54 zł
210	Mikroprocesorowy zegar sterownik	PE 6/95	14,59 zł
212	Alarm samochodowy - pilot	PE 6/95	1,38 zł
213	Alarm samochodowy - centralka	PE 6/95	6,72 zł
214	Alarm samochodowy - radiopowiadom.	PE 7/95	3,55 zł
216	Mikrofon bezprzewodowy - odbiornik	PE 7/95	2,91 zł
222*	Włącznik wentylatora chłodnicy	PE 8/95	1,15 zł
223*	Przetwornik „True RMS”	PE 9/95	0,92 zł
229*	Przystawka do efektu „TREMOLO”	PE 10/95	0,87 zł
231*	Uniwersalna ładowarka akumul. Ni-Cd	PE 10/95	5,52 zł
232*	Uniwersalna ładowarka akumul. Ni-Cd	PE 10/95	2,90 zł
233	Mikropr. miernik częst. - płytka główna	PE 10/95	3,08 zł
234	Mikropr. miernik częst. - mikroprocesor	PE 10/95	5,38 zł
235	Mikropr. miernik częst. - płytka przednia	PE 11/95	5,38 zł
236	Mikropr. miernik częst. - wzmacniacz We	PE 11/95	6,70 zł
237	Preskaler 1,3 GHz	PE 12/95	1,15 zł
239	Dzwonek - „ZŁY PIES”	PE 11/95	4,86 zł
241*	Gwiazda betlejemska - diody	PE 11/95	10,06 zł
242*	Gwiazda betlejemska - automatyka	PE 11/95	2,55 zł
244*	Automatyczny wyłącznik do domofonu	PE 12/95	0,83 zł
245*	Zasilacz z woltomierzem i amper.	PE 12/95	14,29 zł
247*	Aparatura zdalnego ster. - szyfrator	PE 2/96	3,99 zł
248*	Aparatura zdalnego ster. - odbiornik	PE 8/96	2,52 zł
249*	Aparatura zdalnego ster. - wykonawcze	PE 2/96	5,34 zł
251*	Dodatkowe światło STOP w samochodzie	PE 1/96	0,59 zł

252*	Echo i pogłos elektroniczny	PE 1/96	9,79 zł	367*	Fazowy sterownik mocy	PE 12/97	4,12 zł
254	Super Bass	PE 2/96	1,59 zł	368*	Mini generator serwisowy	PE 1/98	1,86 zł
255*	Elektroniczna ruletka	PE 2/96	3,86 zł	370*	Sterownik semaforów i zwrotnic	PE 2/98	3,25 zł
258*	Regulator żarówek halogenowych	PE 3/96	2,93 zł	372	Częstościomierz z aut. zmianą zakresu	PE 1/98	5,23 zł
259*	Generator wzorcowy 50 Hz	PE 3/96	1,15 zł	373	Generator funk. 10 MHz płytka czołowa	PE 3/98	15,85 zł
262*	Sterownik świateł ulicznych	PE 3/96	1,47 zł	374	Generator funk. 10 MHz sterownik	PE 3/98	6,69 zł
263*	Generator szumu układy dodatkowe	PE 4/96	1,22 zł	375	Generator funk. 10 MHz płytka główna	PE 3/98	9,41 zł
264*	Przetwornica +5 V na -5 V	PE 4/96	1,67 zł	376	Generator funk. 10 MHz płytka zasilacza	PE 3/98	2,54 zł
268*	Rejestrator sygnałów cyfrowych	PE 6/96	9,78 zł	378*	Impulsowy stabilizator napięcia	PE 1/98	1,86 zł
270*	Zasilacz napięcia zmiennego	PE 5/96	3,76 zł	379*	Elektroniczny symulator rezystancji	PE 2/98	4,78 zł
271*	Automat perkusyjny - generator	PE 5/96	4,34 zł	380	Dekoder informacji doadtkowych RDS	PE 2/98	1,68 zł
272*	Automat perkusyjny - matryca	PE 5/96	1,74 zł	382*	Płynne wygaszanie oświetlenia w sam.	PE 2/98	1,77 zł
273*	Automat perkusyjny - instrumenty	PE 6/96	5,22 zł	384*	Aktywny rozdzielacz sygnału antenowego	PE 3/98	5,03 zł
274*	Automatyczny włącznik zapisu	PE 6/96	0,63 zł	386*	Układ kontroli przepalenia żarówki	PE 3/98	2,07 zł
277*	Elektroniczny stroik do gitary	PE 7/96	0,79 zł	387	Dekoder RDS - część mikroprocesorowa	PE 3/98	6,65 zł
280*	Centralka domofonu - płyta przednia	PE 8/96	1,20 zł	388	Generator impulsów	PE 4/98	7,57 zł
281*	Prosty betametr	PE 8/96	0,58 zł	391*	Elektroniczny potencjometr wieloobrot.	PE 4/98	5,52 zł
283*	Detektor gazu z sygnalizacją dźwięk.	PE 8/96	4,68 zł	392*	Dźwiękowy sygnalizator samochodu	PE 4/98	1,38 zł
286*	Automat. wyłącznik sterujący światłami	PE 9/96	4,32 zł	394	Samokalibrujący miernik LC	PE 4/98	10,67 zł
290*	Intervox	PE 10/96	1,45 zł	395	Uniwersalna karta we-wy do IBM PC	PE 5/98	13,17 zł
292	Przetwornica DC/DC 12V/±30V	PE 10/96	6,56 zł	396*	Wzmacniacz - przystawka do telefonu	PE 5/98	2,77 zł
294*	Kontroler stanu akum. samochodego	PE 10/96	1,15 zł	399	Miniaturowa kamera telewizyjna	PE 5/98	5,12 zł
296	Samochodowy wzmacniacz HiFi 100 W	PE 11/96	5,67 zł	400	Radiopow. o dużym zasięgu - nadajnik	PE 6/98	4,84 zł
299	Jednozakresowy wolt-amper. 3/5 cyfry	PE 12/96	3,42 zł	401	Radiopow. o dużym zasięgu - odbiornik	PE 7/98	7,73 zł
300	Zasilacz laboratoryjny 2001	PE 12/96	7,80 zł	402*	Miernik częstotl. - przystawka do PC	PE 6/98	2,02 zł
301	Zasilacz lab. z przetwornikiem. C/A	PE 1/97	5,29 zł	403	Stół mikserski - wzmacniacz kanałowy	PE 6/98	5,97 zł
302	Zasilacz laboratoryjny - mikroproc.	PE 1/97	14,95 zł	404	Stół mikserski - wzmacniacz	PE 7/98	5,68 zł
305*	Zabawka - tester refleksu	PE 12/96	8,68 zł	405	Stół mikserski - wzmacniacz sumy	PE 6/98	5,97 zł
307*	Miernik poziomu hałasu	PE 1/97	2,88 zł	406*	Zasilacz impulsowy 12V/10A	PE 6/98	7,62 zł
309	Wzmacniacz mocy MOSFET TDA 7296	PE 3/97	3,11 zł	408	Stół mikserski - wskaźnik wysterowania	PE 7/98	5,97 zł
311*	Programowany tajmer	PE 2/97	11,32 zł	409	Stół mikserski - korektor graficzny	PE 7/98	9,58 zł
312	Dekoder SURROUND	PE 2/97	6,65 zł	410*	Zabezpieczenie mieszkania z radiopowiad.	PE 7/98	6,14 zł
314	Imobilajzer z oszukiwaczem do sam.	PE 2/97	5,30 zł	411*	Miniaturowy zasilacz impulsowy	PE 7/98	2,78 zł
315*	Domowy telefon - zabawka	PE 3/97	1,44 zł	412*	Modulator wizyjny	PE 7/98	2,17 zł
317	Aparat (pod)słuchowy	PE 3/97	2,19 zł	413	Wzmacniacz mocy w.cz.	PE 8/98	4,54 zł
318	Siedmiokanałowy analizator widma	PE 3/97	9,59 zł	416	Uniwersalny sterownik silników krokow.	PE 8/98	4,16 zł
320*	Mostek R L C	PE 4/97	4,93 zł	418	Kompletny wzmacniacz m.cz. 2x40 W	PE 8/98	15,57 zł
321	Generator PAL ster. mikroprocesorem	PE 4/97	4,58 zł	419	Gwiazda betlejemska-ozdoba	PE 11/98	4,82 zł
322*	Elektr. przerywacz kierunkowskazów	PE 4/97	1,38 zł	420	Modulator-nadajnik TV małej mocy	PE 9/98	3,90 zł
323*	Precyzyjny miernik wysterowania VU	PE 4/97	3,74 zł	421	Regulator temperatury do lodówki	PE 9/98	16,40 zł
327*	Pozycjoner - pilot	PE 5/97	2,58 zł	422*	Woltomierz ze skalą logarytmiczną	PE 9/98	16,40 zł
329*	Przedwzmacniacz z el. przeł. wejść	PE 5/97	6,53 zł	423*	Moduł przetwornika wartości skutecznej	PE 10/98	2,09 zł
330*	Przetwornica do żarówek halogenowych	PE 6/97	3,14 zł	424*	Peak Hold Level Meter	PE 9/98	3,86 zł
331*	Tester pilotów	PE 5/97	1,38 zł	425	Prostownik z układem UC 3906	PE 9/98	3,61 zł
334*	Sygnalizator dźwiękowy gotowania słoi	PE 6/97	2,02 zł	426	Mikroprocesorowy regulator mocy	PE 10/98	5,60 zł
335*	Konwerter ultradźwiękowy	PE 6/97	3,71 zł	427	Totalnie odlotowy zmieniacz mowy	PE 11/98	3,84 zł
336	Uniwersalny zasilacz LM 317, LM 350	PE 7/97	2,56 zł	429*	Kontroler napięcia akumul. w latarce	PE 10/98	1,73 zł
337	Mikro. sonda do pom. częstotliwości	PE 7/97	5,67 zł	430*	Rotujący zegar	PE 10/98	4,84 zł
338*	Zasilacz impulsowy	PE 7/97	6,27 zł	432	Tester żarówek do samochodu	PE 11/98	2,82 zł
339*	Programator do tunera telewizyjnego	PE 7/97	10,25 zł	433	Bezprzewodowy dzwonek + bariera opt.	PE 11/98	5,44 zł
341*	Tester pojemności akumulatorów Ni-Cd	PE 8/97	5,67 zł	434	Generator Sygnałów małej częstotliwości	PE 12/98	6,34 zł
342*	Szybka, uniwersalna ładowarka	PE 8/97	13,23 zł	435*	Efekt gitarowy „Distortion"	PE 12/98	2,90 zł
343*	Wykrywacz kłamstw	PE 8/97	1,48 zł	436*	Sygnalizator cofania do samochodu	PE 12/98	2,07 zł
347*	Budzik do zegara MC 1204	PE 10/97	8,69 zł	437*	Mini automat perkusyjny	PE 12/98	3,19 zł
348*	Sterownik regulator temperatury	PE 9/97	2,47 zł	438*	Mikroprocesorowy zamek szyfrowy.	PE 12/98	2,79 zł
349*	Sterownik bipol. silników krokowych	PE 9/97	5,69 zł	440*	Antyusypiacz dla kierowców	PE 1/99	2,30 zł
352*	Przystawka logarytmująca	PE 10/97	2,83 zł	441	Generator obrazu TV - PAL	PE 2/99	8,45 zł
354*	Detektor deszczu	PE 10/97	1,38 zł	442*	Tester wzmacniaczy operacyjnych	PE 1/99	3,51 zł
355	Śnieżne gwiazdki na choinkę	PE 11/97	2,55 zł	444	Systemy komputerowe dla każdego	PE 1/99	2,86 zł
356*	Urządzenie usuwające osad w insatalacji	PE 11/97	1,77 zł	445	Programator mikrokontrolerów AVR	PE 2/99	14,72 zł
358*	Korektor wizyjny - korektor RGB	PE 12/97	8,00 zł	446*	Detektor gołoledzi	PE 1/99	3,28 zł
359*	Wzmacniacz mocy na tranz. polowych	PE 1/98	6,37 zł	447*	Disko - błysko	PE 2/99	8,63 zł
361*	Akustyczny próbnik przejścia	PE 11/97	1,38 zł	449*	Migająca strzałka z wykrzyknikiem	PE 4/99	5,69 zł
362*	Generator impulsów	PE 11/97	9,57 zł	450	Oscyloskop cyfrowy - wzm. wejściowy	PE 2/99	6,73 zł
363*	Modyfikacja świateł dziennych	PE 11/97	2,14 zł	451	Oscyloskop cyfrowy - rejestrator	PE 6/99	15,07 zł
364*	Komputerek samochodowy	PE 12/97	6,33 zł	452	Oscyloskop cyfrowy - procesory	PE 5/99	17,60 zł
365	Video korektor - rozkodowywacz kaset	PE 12/97	9,05 zł	453	Oscyloskop cyfrowy - zasilacz	PE 7/99	3,85 zł

454	Oscyloskop cyfrowy - klawiatura	PE 7/99	7,53 zł	489	Emulator mikrokontrolera AT89C2051	PE 10/99	10,81 zł
455*	Refleksomierz - miernik czasu reakcji	PE 3/99	5,58 zł	490	Analogowo-cyfrowy miernik częstotliw.	PE 10/99	3,74 zł
456*	Scalony generator funkcyjny	PE 2/99	4,20 zł	491	Charakterograf - przystawka do oscylo.	PE 10/99	6,67 zł
457	Sterownik wentylatora łazienkowego	PE 4/99	4,60 zł	492*	Przetwornica +5V na ±12(15)V	PE 2/00	2,47 zł
458	Synteza do tunera UKF	PE 4/99	10,58 zł	494*	Koder stereofoniczny	PE 2/00	6,67 zł
459	Stacja lutownicza - regulator temperatury	PE 3/99	10,33 zł	495	Transmisja danych siecią moduł wykon.	PE 5/00	7,83 zł
460	Programator procesorów ATMEL	PE 4/99	13,34 zł	496	Wentylator do PC	PE12/99	2,88 zł
462*	Ściemniacz oświetlenia wnętrza auta	PE 5/99	2,30 zł	497	Termometr diodowy od -8°C do +30°C	PE11/99	6,44 zł
463*	Symulator obecności domowników	PE 6/99	6,73 zł	498	Analogowo-cyfrowy miernik indukcyj.	PE11/99	12,08 zł
464*	Elektroniczna „żółta karteczka”	PE12/99	4,83 zł	499	Zasilacz laboratoryjny 0÷30V/5A	PE11/99	8,28 zł
465	Samochodowy wzm. mocy 4x70 W	PE 4/99	9,49 zł	500	Radiopowiadomienie 433 MHz	PE11/99	7,71 zł
466	Przedwzmacniacz samochodowy	PE 5/99	12,31 zł	501	Wzorcowy generator kwarcowy z dziel.	PE12/99	3,74 zł
467	Korektor do przedwzm. Samochodow.	PE 6/99	8,63 zł	502	Miniaturowy generator funkcyjny	PE12/99	3,74 zł
468*	Sterownik 12-cyfrowego wyśw. lamp.	PE 7/99	9,60 zł	504	Regulator obrotów	PE 1/00	4,14 zł
469*	Powielacz do 12-cyfrowego wyświetl.	PE 7/99	3,74 zł	506	Generator napisów do magnetowidu	PE12/99	4,95 zł
470	Generator UKF	PE 7/99	5,06 zł	507	Układ Surround do zestwu stereo	PE 1/00	8,80 zł
471	Generator UKF - synteza częstotliw.	PE 9/99	11,96 zł	508	Regulator temperatury	PE 1/00	9,78 zł
472	Ultradźwiękowy odstraszacz psów	PE 6/99	1,73 zł	509	Od'PIC'owany budzik	PE 2/00	10,29 zł
473	Dekoder dźwięku Canal+	PE 1/00	3,39 zł	510	Prosty radiotelefon na pasmo 433 MHz	PE 3/00	3,85 zł
474*	Mikroprocesorowy stroik do gitary	PE 7/99	6,27 zł	511	Licznik taśmy do magnetofonu	PE 4/00	4,51 zł
475	Laboratoryjny zasilacz 0-30V/5A	PE 9/99	12,08 zł	514	Syrena policyjna	PE 2/00	2,30 zł
476	Uniwersalny tajmer	PE 7/99	3,91 zł	516	Walkmen dla zakochanych	PE 2/00	2,53 zł
477	Mikrofon kierunkowy	PE10/99	4,08 zł	517	Zdalne sterowanie oświetleniem cz.1	PE 3/00	9,78 zł
478	Programator PIC16F83/84, 16C84	PE 8/99	2,99 zł	519	Mikser audio do udźwiękowania filmu	PE 3/00	22,77 zł
479	Tłumik regulowany w.cz.	PE 8/99	10,24 zł	520	Minutnik	PE 3/00	8,28 zł
480	Mikroprocesorowy wykrywacz metali	PE 7/99	3,22 zł	521	Analizator widma z pamięcią	PE 3/00	3,91 zł
481*	Kostka do gry	PE 8/99	2,30 zł	522	Zdalne sterowanie oświetleniem cz. 2	PE 4/00	4,18 zł
482	Synchronizator linii obrazu TV	PE 8/99	12,59 zł	523	Zdalne sterowanie oświetleniem cz. 3	PE 4/00	3,30 zł
483	Transmisja danych siecią	PE11/99	6,33 zł	524	Elektroniczna szczurołapka	PE 4/00	2,64 zł
484	Szybka ładowarka do akumul. NiCd	PE 9/99	3,45 zł	525	Sygnalizator cofania do samochodu	PE 4/00	8,58 zł
485	Prosty zasilacz sieciowy	PE 8/99	8,68 zł	526	Kondensatorowa przetwornica ±12 V	PE 4/00	3,08 zł
486	Sonda napięciowa	PE 9/99	3,22 zł	527	Zegar szachowy	PE 5/00	10,65 zł
487	Analogowo-cyfrowy miernik pojemności	PE 9/99	3,74 zł	528	Sobwoofer aktywny	PE 5/00	2,80 zł
488*	Wzm. samochodowy z zasil. ±12V	PE 10/99	7,48 zł	529	Wzmacniacz mocy 2x120 W STK4241	PE 5/00	9,85 zł

Pomysły układowe pomiar prądu

W zasilaczach często zachodzi potrzeba pomiaru prądu dostarczanego do obciążenia. Zadanie to jest tylko z pozoru proste. W wielu wypadkach pomocnym może okazać się prosty układ przedstawiony na rysunku 1. Rezystor pomiarowy Rs umieszczono tu specjalnie przed tranzystorem szeregowym, aby nie wpływał on na warunki pracy zasilacza do którego podłącza się układ pomiarowy. Do pomiaru wykorzystano wzmacniacz różnicowy niewrażliwy na tętnienia napięcia które występują przed tranzystorem. Układ reaguje tylko na różnicę napięć występującą na końcach rezystora Rs.

Rys. 1 Schemat układu pomiaru prądu wyjściowego zasilacza.

W rzeczywistym zasilaczu przez tranzystor szeregowy oprócz prądu płynącego do obciążenia przepływa także niewielki prąd dzielników napięciowych i innych układów. W takim wypadku nawet podczas braku obciążenia na rezystorze Rs występuje spadek napięcia powodujący zafałszowanie wyników (tzw. błąd metody). Można go wyeliminować stosując dodatkowy układ zerowania wzmacniacza operacyjnego, w którego skład wchodzą elementy R3, R4, P1 i D1. Potencjometrem P1 ustawia się zerowe napięcie wyjściowe wzmacniacza przy braku poboru prądu przez obciążenie. Napięcie zasilające wzmacniacz operacyjny nie musi być stabilizowane z uwagi na dużą wartość tłumienia tętnień zasilania przez sam wzmacniacz (rzędu 80÷100 dB).

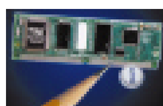
Aby wzmacniacz różnicowy posiadał dużą wartość współczynnika tłumienia napięcia sumacyjnego wymagane jest aby obydwa rezystory R1 miały jak najmniejszą różnicę rezystancji. To samo dotyczy rezystorów R2.

◊ *Redakcja*

Internet – coraz szybsze łącza, coraz mniejsze i wymyślniejsze rozwiązania modemów... Jednak nic chyba nie świadczy o powadze tego szybko rozwijającego się medium tak bardzo jak to, że z Internetu zaczyna korzystać świat polityki, i to w celach tak poważnych jak wybory. Czy projekt w który zaangażował się Dallas Semiconductor to tylko wybryk młodych zapaleńców, czy poważne próby wyparcia pióra i kartki nawet ze świata polityki?...



■ Dallas Semiconductor zgodziło się wyposażyć Federację Młodych Republikanów Południowej Karoliny (*North Carolina Federation of Young Republicans*) w system głosowania oparty o Internet. Bezpieczna i pewna transmisja danych jest możliwa dzięki kombinacji opisywanej już technologii iButton oraz TINI (*Tiny InterNet Interface*). System składa się, oprócz osobistych chipów iButton zawierających całkowicie unikalny – jak twierdzi Dallas Semiconductor – numer identyfikacyjny, z wbudowanych w kabiny do głosowania urządzeń do odczytywania tychże numerów o nazwie BlueDot Receptor, podłączonych do działających w oparciu o oprogramowanie napisane w Javie komputerów TINI 390 (procesor, nieulotna pamięć SRAM, zegar czasu rzeczywistego, Flash ROM, interfejs 10Base-T-Ethernet, One-Wire-Net, oraz RS232 na karcie o wymiarach 1,25 x 4,05 cala). Układ DS1990 stanowiący główną część każdego z iButtonów, kosztuje 1,27 dolara w partiach powyżej tysiąca sztuk, a koszt wyposażenia pojedynczej kabiny do głosowania to 55 dolarów.







■ Microsemi Corporation uruchamia produkcję diod Shottky'ego opartych o technologię węgliku krzemu (SiC), opracowaną przy współpracy z firmą Sterling Semiconductor. UPSC148 jest jednoamperową diodą Shottky'ego o dopuszczalnym napięciu 480 V, produkowaną w obudowach Powermite.

■ Firma Microsemi Corporation przedstawiła nową rodzinę z powiększającej się gamy produktów optoelektronicznych, transopotry MXP-1159, MXP-1160, MXP-1163 oraz MXP-1165. Układy te wytwarzają na wyjściu napięcie odpowiednie do przełączenia przełącznika MOSFET, zajmują 0,105 cala kwadratowego przy grubości 0,040 cala i wytrzymują napięcie rzędu 2500 V.



■ Microsemi uruchamia produkcję układu MOSKEY, będącego wysokoefektywnym połączeniem tranzystorów MOSFET i diod Shottky'ego w układzie używanym do nadzorowania ładowania baterii litowych lub niklowych. MOSKEY jest o 15% mniejszym i pięć razy efektywniejszym odpowiednikiem układu FETKEY produkcji International Rectifier.



■ Texas Instruments uruchamia produkcję nowego chipsetu modemów ADSL (*asymmetric digital subscriber line*), którego najważniejszą zaletą jest możliwość łatwej rozbudowy i rekonfiguracji, co umożliwiło producentowi już na etapie produkcji udostępnić różne wersje oparte o ten sam system (AU5 – zminiaturyzowana (2×3 cale) wersja USB, AH5 – hybrydowa wersja modemu analogowego i ADSL jako pierwsza wykorzystująca pojedynczy transciever, AP5 – wersja PCI modelu AU5, oraz TNETD4000R – wersja do zastosowania w routerach).

■ Texas Instruments wypuścił na rynek nowe narzędzie wspomagające programowanie procesorów sygnałowych, część pakietu eXpressDSP Real-Time Software



Technology, a właściwie jednego z jego głównych elementów, Code Composer Studio. Narzędziem tym jest plug-in odpowiadający za konwersję i przetwarzanie danych, pozwalający na wybór i bezpośrednie umieszczenie modułu przetwarzającego dane w kodzie programu. EXpressDSP pozwala na skrócenie czasu oprogramowania procesorów serii TMS 320 o 80% w stosunku do standartowych metod.



■ Texas Instruments przedstawił nową linię energooszczędnych konwerterów napięcia. Układy TPS 6100x pozwalają na większe niż dotychczas wykorzystanie baterii, gdyż dzięki wysokowydajnym pompom ładunkowym są w stanie dostarczać regulowanego napięcia do wartości 5 V przy prądzie 0,1 A z jednoogniwowych baterii alkalicznych lub niklowo-kadmowych, lub 0,25 A z baterii dwuogniwowych. Minimalne napięcie wymagane do uruchomienia układu to 0,9 V, a do jego poprawnej pracy 0,8 V, co pozwala na efektywniejsze wykorzystanie ładunku zgromadzonego w bateriach.

■ Texas Instruments wespół z naukowcami z The University of California rozpoczyna projekt badawczy który ma doprowadzić do powstania nowej generacji głowic dysków twardych, opartych o technologię MEMS (*micro-electro-mechanical systems*), a konkretniej o opracowany przez Texas Instruments mikrosystemowy liniowy silnik elektryczny. Badania ukierunkowane są głównie na rozwój układu pozycjonowania głowicy, co pozwoli temu fragmentowi konstrukcji twardych dysków nadążyć za zwiększającymi się standardami ilości ścieżek na cal (*tracks per inch*).

◊ **Marcin Witek**
elin@pe.com.pl